COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 21 JUILLET 1890,

PRÉSIDENCE DE M. HERMITE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Boussinesq** offre à l'Académie, en son nom et de la part des éditeurs MM. Gauthier-Villars et fils, les deux Fascicules (*Partie élémentaire* et *Compléments*) du tome second et dernier de son *Cours d'Analyse infinitésimale, à l'usage des personnes qui étudient cette science en vue de ses applications mécaniques et physiques*. Il ajoute :

« C'est surtout dans ce Volume, consacré au *Calcul intégral*, que le titre même de l'Ouvrage m'imposait l'obligation de faire ressortir le sens concret, la traduction physique des idées et des formules. Aussi me suis-je efforcé d'y montrer, par exemple, comment s'expriment par des équations différentielles les lois premières des phénomènes; comment ces relations deviennent des équations aux dérivées partielles, pour le système matériel

que composent les différentes parties d'un même corps ; quelles conséquences capitales résultent de la forme linéaire très sensiblement acquise par les équations, quand il s'agit des innombrables mais légers écarts, de part et d'autre d'un état moyen plus ou moins stable, qui diversifient à l'infini l'aspect des systèmes sans (pour ainsi dire) le troubler; comment ces phénomènes *se règlent* par une *périodicité* plus ou moins complexe se rapprochant de la *permanence* et fonction des influences extérieures; avec quelle persistance se conservent ou, au contraire, avec quelle rapidité s'effacent les caractères *initiaux* des faits dynamiques ou même statiques propagés à travers l'espace, suivant les particularités de forme, mais surtout le genre d'homogénéité analytique, des équations aux dérivées partielles qui les régissent; à quelles lois élémentaires obéissent les rayonnements indéfinis autour d'un centre, autour d'un axe ou de part et d'autre d'un plan; quelles intégrales sont rendues minima, ou à quelles quantités s'applique la *loi d'épargne* dans les catégories de phénomènes que nous connaissons le mieux; etc. L'exposé général de ces considérations, fréquemment sacrifié dans les sciences d'application de l'Analyse parce qu'il les concerne presque toutes sans appartenir en propre à aucune, trouve une place naturelle à la suite des formules de Calcul intégral qui en contiennent le principe.

» J'ai cru aussi devoir donner, dans le second Fascicule, beaucoup de développement à l'emploi des intégrales définies pour exprimer, et calculer même, de nombreux phénomènes qui échappent aux autres modes de représentation fournis par l'Analyse. Deux types de ces intégrales, faciles à différentier, sont surtout précieux pour le physicien, à cause de deux fonctions arbitraires figurant sous leurs signes $\int$, et dont l'une reste disponible, pour la vérification de conditions d'état initial infiniment variées, après que l'autre a été choisie de manière que l'intégrale satisfasse à l'équation aux dérivées partielles caractéristique du phénomène. Le premier type, constitué par les *potentiels*, intégrales soit doubles, soit triples, à deux, trois ou même quatre paramètres indépendants, et dont la plus familière aux physiciens est le *potentiel de pesanteur* dû à Laplace, comporte de nombreuses applications, que je détaille, à l'intégration d'équations posées, toutes, par l'étude d'importants phénomènes, et ne contenant que des dérivées partielles d'un même ordre pair. Le second type, connu depuis peu d'années, permet d'intégrer, sous des conditions initiales très diverses, les équations linéaires, à coefficients constants, de la famille de celles de la chaleur et du mouvement transversal des barres ou des plaques

élastiques, c'est-à-dire les équations où l'inconnue se trouve soumise uniquement, et un même nombre total de fois dans chaque terme, aux deux opérations qui consistent à prendre, d'une fonction de point, soit la dérivée par rapport au temps, soit cette dérivée *naturelle* par rapport à l'espace, dite le *paramètre différentiel* du second ordre. Enfin, la combinaison des deux types résout, d'une manière presque intuitive, et me permet d'introduire dans l'enseignement, une des questions de Calcul intégral les plus épineuses qu'eussent jusqu'ici abordées les géomètres, et dont la solution par d'autres méthodes avait exigé le puissant génie analytique d'un Poisson et d'un Cauchy, savoir, la question des ondes que font naître dans les couches supérieures d'un liquide pesant la brusque émersion d'un solide ou une impulsion superficielle, comme celle d'un coup de vent. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Recherches nouvelles sur la stabilité relative des sels, tant à l'état isolé qu'en présence de l'eau. — Sels d'aniline;* par M. **Berthelot.**

« J'ai montré que les acides forts et les bases fortes étaient caractérisés par ce fait que leur union donne lieu à une quantité de chaleur plus considérable que les acides faibles et les bases faibles, surtout lorsqu'on rapporte la formation des composés à l'état solide: en raison de cette circonstance, les sels des acides forts et des bases fortes sont les plus stables, c'est-à-dire qu'ils résistent en général mieux à l'action de la chaleur, dans l'état isolé, et qu'ils résistent également mieux à l'action décomposante de l'eau, toutes choses égales d'ailleurs ([1]). Leur résistance est donc liée à la prépondérance thermique des acides forts et des bases fortes, aussi bien que les déplacements réciproques des acides et des bases ([2]): cette prépondérance d'ailleurs, comme je l'ai prouvé, domine et règle l'exercice des lois de Berthollet.

» Ainsi la chaleur de formation des sels, rapportée à l'état solide, peut être prise comme mesure de leur stabilité relative. C'est ce que prouve

---

([1]) *Essai de Méc. chim.*, t. II, p. 196 et suiv.; p. 276 et suiv.

([2]) Pourvu que l'on tienne compte de la chaleur propre de formation des sels acides, sels doubles et autres composés secondaires, susceptibles de prendre naissance dans les conditions de l'expérience, ainsi que je l'ai établi par de nombreux exemples.

la comparaison des sels formés par un même acide uni aux différentes bases et oxydes, tant alcalins que métalliques, et la comparaison des sels formés par une même base unie aux différents acides ([1]). On peut aller plus loin, en comparant les chaleurs de formation des diverses séries de sels : l'inégalité entre les chaleurs de formation des sels solides d'une même base, unie à deux acides distincts, étant à peu près constante pour les acides de force pareille; tandis que cette inégalité croît et s'exagère pour les sels des acides faibles, accusant ainsi l'inégale stabilité de ces sels. De même pour l'inégalité entre les chaleurs de formation des sels solides d'un même acide uni à deux bases distinctes : elle est à peu près constante pour les bases de force pareille, tandis qu'elle va croissant pour les sels des bases faibles. Des écarts analogues pour les acides, aussi bien que pour les bases qui engendrent les sels, peuvent être observés non seulement dans l'état solide, mais même dans les dissolutions, et ils traduisent l'état inégal de dissociation des sels des acides faibles et des bases faibles, comparés aux sels des acides forts et des bases fortes, en présence de l'eau. J'ai développé déjà, à bien des reprises, ces caractéristiques thermiques et cette théorie des acides forts, opposés aux acides faibles, et des bases fortes, opposées aux bases faibles. Je vais en présenter quelques nouvelles applications relatives à l'aniline et à ses sels.

» Je me suis proposé, en effet, de comparer la chaleur de formation et les propriétés des sels d'aniline doués de quelque stabilité, tels que le sulfate, l'azotate, le chlorure, avec les sels d'aniline instables, tels que l'acétate et le benzoate. Les données observées sont très nettes et elles fournissent une nouvelle confirmation des théories thermochimiques.

» Sulfate d'aniline : $SO^4H, C^{12}H^7Az$. Sel cristallisé bien défini.

Dissolution.

» 1 partie du sel, dissoute dans 40 parties d'eau, à 24°.

Pour 1 équiv. = 142gr... — 2Cal,317,

soit, pour 1 molécule,

$S^2O^8H^2, 2C^{12}H^7Az$...... — 4Cal,63.

([1]) Voir le Tableau XIV de l'*Essai de Mécanique chimique* (t. I, p. 365) et les Tableaux plus complets publiés aux pages 612-615 de l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* pour 1888.

Neutralisation.

A équivalents égaux : $C^{12}H^7Az$ liq. + SO^4H (1 équiv. = 2^{lit}), à 25° . . + 8,65 et 8,61.
Moyenne. . . + $8^{Cal},63$.

» J'ai, d'autre part, déterminé la chaleur de dissolution de l'aniline dans l'eau à diverses températures

$$C^{12}H^7Az + 250H^2O^2, \quad \text{à } 15°,9 \ldots - 0^{Cal},18; \quad \text{à } 24°,2 \ldots - 0^{Cal},55.$$

» D'où l'on tire, à la température t,

$$Q = -(t - 11°,9) : 0^{Cal},0447;$$

valeur positive au-dessous de 11°,9, nulle à 11°,9, négative au-dessus (¹).

» On déduit de là

$$C^{12}H^7Az \text{ dissoute} + SO^4H \text{ étendu, à } 25° \ldots + 9^{Cal},21.$$

» Ce nombre est fort inférieur à la chaleur de neutralisation du même acide par l'ammoniaque, soit + $14^{Cal},5$; l'écart est de + $5^{Cal},3$.

» On déduit encore de là les valeurs suivantes, qui fournissent des termes de comparaison utiles, et sur lesquels je reviendrai tout à l'heure :

Base diss. + acide sulfurique diss. = sulfate solide. . + $11^{Cal},53$
Pour le sulfate d'ammoniaque, on a d'ailleurs + $15^{Cal},8$: écart. + $4^{Cal},3$.

$$C^{12}H^7Az \text{ gaz. } (^2) + SO^4H \text{ crist.} = SO^4H, C^{12}H^7Az \text{ crist.} \ldots + 27^{Cal},6.$$

» La formation similaire du sulfate d'ammoniaque, depuis la base gazeuse et l'acide cristallisé, dégage + $32^{Cal},7$; c'est-à-dire qu'elle surpasse celle du sulfate d'aniline de + $5^{Cal},1$: c'est à peu près le même écart que pour l'état dissous. La force alcaline supérieure de l'ammoniaque se retrouve donc dans ces deux modes de comparaison. J'y vais revenir.

» *En présence d'un excès d'acide,* j'ai trouvé

$$SO^4H, C^{12}H^7Az (1 \text{ équiv.} = 2^{lit}) + SO^4H (1 \text{ équiv.} = 2^{lit}) \ldots - 0^{Cal},81,$$

c'est-à-dire

$$C^{12}H^7Az \text{ dissoute} + 2SO^4H \text{ étendu} \ldots + 8^{Cal},40.$$

» La chaleur de formation du bisulfate d'aniline dissous est donc infé-

---

(¹) Cf. *Essai de Mécanique chimique*, t. I, p. 118.

(²) D'après la chaleur de volatilisation 8,6, trouvée par M. Petit (*Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XVIII, p. 151).

rieure à celle du sulfate neutre; précisément comme celles des bisulfates de potasse, de soude, d'ammoniaque, par rapport à celles des sulfates neutres correspondants ([1]); la différence, dans ce dernier cas, étant de $1^{Cal},04$ pour le même degré de concentration, c'est-à-dire peu différente.

» *En présence d'un excès d'aniline*, la chaleur de formation du sulfate d'aniline n'est pas modifiée d'une manière sensible. En effet, j'ai trouvé

$$C^{12}H^7Az \text{ liquide} + SO^4H, C^{12}H^7Az \text{ dissous } (1^{éq} = 6^{lit}), \text{ à } 23^o,4 \ldots \quad -0^{Cal},50$$

» La dissolution de l'aniline dans l'eau froide, à cette température, aurait absorbé $-0^{Cal},51$.

» Il résulte de là que la présence d'un excès d'aniline ne fait pas varier d'une façon notable l'état de combinaison entre l'acide sulfurique et l'aniline dissoute : ce qui montre que cette combinaison est, sinon tout à fait intégrale, du moins extrêmement avancée. Cependant le sulfate d'aniline dissous donne, surtout à chaud, quelques marques de dissociation : dissociation analogue à celle dont le sulfate d'ammoniaque offre déjà certains indices ([2]), mais plus marquée, quoique toujours très faible. Nous verrons que cette dissociation est au contraire plus nette pour les sels des acides moins puissants.

» Cherchons maintenant comment se comporte le *sulfate d'aniline dissous mis en présence de bases plus fortes, telles que la soude* : la méthode thermique fournit ici les résultats les plus nets,

$$SO^4H, C^{12}H^7Az (1^{éq} = 6^{lit}) + NaO (1^{éq} = 2^{lit}), \text{ à } 23^o,5 \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +6^{Cal},2$$

» La chaleur de neutralisation de la soude par l'acide sulfurique à cette température étant $+15,5$, on en déduit, dans l'hypothèse d'un déplacement total : $+6^{Cal},3$; nombre qui se confond avec le précédent, dans les limites d'erreur de ce genre d'expériences.

» J'ai trouvé encore :

$$SO^4H, C^{12}H^7Az (1 \text{ équivalent} = 6^{lit})$$

étant mêlé d'avance avec un deuxième équivalent de $C^{12}H^7Az$, qui y a été dissous, puis mélangé avec

$$NaO (1 \text{ équivalent} = 2^{lit}), \text{ à } 23^o,4 : +6^{Cal},2;$$

([1]) *Essai de Méc. chim.*, t. II, p. 319.
([2]) Même Ouvrage, t. II, p. 219.

c'est-à-dire le même chiffre que ci-dessus : ce qui montre que la présence de 2 équivalents d'aniline n'a pas modifié d'une façon sensible le déplacement de cette base par la soude.

» Enfin *le sulfate d'aniline mis en présence de l'ammoniaque*

$SO^4H, C^{12}H^7Az$ (1 équiv. = 6^{lit}) + AzH^3 (1 équiv. = 4^{lit}), à 23°, 3, a dégagé.. + $5^{Cal}, 2$.

La chaleur de neutralisation de l'ammoniaque par l'acide sulfurique, dans ces conditions, étant $14^{Cal}, 5$, on en déduit, pour l'hypothèse d'un déplacement total, + $5^{Cal}, 3$; nombre qui peut être regardé comme identique au précédent.

» L'ammoniaque déplace donc l'aniline en totalité, ou sensiblement, dans ses solutions salines. La soude déplaçant pareillement l'ammoniaque, on voit que l'échelle des chaleurs de formation des sulfates de soude, d'ammoniaque, d'aniline, répond précisément à l'ordre de leur substitution.

» Cette substitution opérée par l'ammoniaque ne se distingue pas de la valeur thermique correspondante à une substitution complète. Cependant, d'après les faits, on doit admettre un léger partage, qui s'accentue surtout à chaud et par distillation. Mais ce partage résulte précisément de la légère dissociation du sulfate d'ammoniaque par l'eau, dont j'ai parlé plus haut; une trace d'acide sulfurique étant par là mise en liberté et susceptible dès lors de s'unir à l'aniline. Par suite, l'équilibre qui maintenait le sulfate d'ammoniaque dans la liqueur étant troublé, une nouvelle dose d'acide devient libre; elle est prise encore par l'aniline. Et cette action va jusqu'à un terme marqué par la dissociation propre du sulfate d'aniline, dissociation faible, mais bien plus avancée que celle du sulfate d'ammoniaque : ce qui arrête la décomposition de ce dernier à une limite très peu avancée et non sensible au calorimètre. Mais si l'on distille, la tension de l'ammoniaque, plus forte que celle de l'aniline, tend à l'éliminer de préférence, et par suite à augmenter la dose de sulfate d'aniline dans le système. J'ai insisté à plusieurs reprises sur ces mécanismes, où les phénomènes résultent du double jeu du principe du travail maximum et de la dissociation ([1]).

» Chlorhydrate et azotate d'aniline. — Ces sels ayant été étudiés

---

([1]) *Essai de Méc. chim.*, t. II, p. 692. Voir encore Louguinine, *Ann. de Ch. et de Phys.*, 5e série, t. XVII, p. 231.

par M. Louguinine ([1]), je me bornerai à reproduire les déterminations de ce savant et à en déduire les données utiles pour mes comparaisons :

$C^{12}H^7Az$ dissoute + HCl dissous...	$+7^{Cal},44$	AzO^6H.............	$+7^{Cal},45$
$C^{12}H^7Az$, HCl crist., dissolution ...	$-2^{Cal},73$	AzO^6H, $C^{12}H^7Az$ diss.	$-6^{Cal},73$

D'où il suit :

	Cal		
Aniline diss. + HCl étendu = sel solide.......	+10,2	+ AzO^6H ét. = sel solide .	+14,2
$C^{12}H^7Az$ gaz + AzO^6H crist. = sel solide	+29,3		
$C^{12}H^7Az$ gaz + HCl gaz = $C^{12}H^7Az$, HCl crist..	+36,1	+ AzO^6H gaz = sel crist..	+37,1

Les formations similaires des sels ammoniacaux dégagent :

	Sel dissous.	Sel solide.	Excès sur les sels d'aniline.
{ AzH^3, HCl..................	+12,4	+16,3	+5,0 et +6,1
{ AzH^3, AzO^6H..............	+12,5	+18,7	+5,0 et +4,1
AzH^3 gaz + AzO^6H solide.....	»	+34,0	+4,7
{ AzH^3 gaz + HCl gaz.........	»	+42,5	+6,4
{ AzH^3 gaz + AzO^6H gaz.......	»	+41,9	+4,8

» Les excès des chaleurs de formation des chlorhydrate et azotate d'ammoniaque sur ceux d'aniline sont du même ordre de grandeur que les excès observés pour le sulfate d'aniline comparé au sulfate d'ammoniaque. Les différences de stabilité des chlorhydrate, azotate ([2]), sulfate, c'est-à-dire des sels stables, sont donc du même ordre pour ces deux bases, comparées deux à deux.

» Dans l'état dissous, la chaleur de formation de ces sels d'aniline, depuis la base et l'acide étendu, les rend comparables aux sels solubles de plomb, de cuivre, d'oxyde chromique, par leur stabilité relative.

» Observons encore que les chlorhydrate et azotate dans l'état dissous ont la même chaleur de formation, tant avec l'ammoniaque d'une part qu'avec l'aniline, d'autre part.

» De même l'excès de chaleur de formation du sulfate d'ammoniaque dissous sur le chlorhydrate ($14,5 - 12,4 = 2^{Cal},1$) ne diffère guère de l'excès analogue du sulfate d'ammoniaque sur le sulfate d'aniline

([1]) Voir la Note précédente.

([2]) On ne parle pas ici des altérations spéciales que peut éprouver l'azotate d'aniline, par suite des phénomènes d'oxydation lente; phénomènes d'une nature toute différente de ceux que j'étudie ici.

(9,2 — 7,4 = 1^{Cal},8), et l'on observe des relations approximatives analogues pour ces sels rapportés à l'état solide.

» Les sels que l'aniline forme avec les acides forts étant ainsi définis, je vais passer à l'examen des sels formés par des acides plus faibles; sels dont l'instabilité est d'autant plus grande que la faiblesse de la base cesse d'être compensée dans une certaine mesure par l'énergie de l'acide antagoniste. J'ai étudié à ce point de vue les acides acétique et benzoïque : leurs sels d'aniline n'ont pas été isolés jusqu'à présent.

» Acétate. — Lorsqu'on mélange l'acide acétique pur avec l'aniline, sans y ajouter d'eau, les deux liquides se mêlent en toute proportion; mais il n'a pas été possible d'obtenir un composé défini et cristallisé, même en refroidissant à — 8°. L'évaporation d'une solution aqueuse renfermant les éléments de l'acétate d'aniline n'a pas non plus fourni de résultat. Cependant les expériences thermiques indiquent l'existence d'une combinaison, mais dans l'état dissocié.

» En mélangeant l'acide pur et l'aniline pure, à 24°, on a observé, pour

$C^4H^4O^4$ pur liquide + $C^{12}H^7Az$ liq. . . . . . . + 1^{Cal},53

» Si l'on regardait la chaleur de fusion du composé comme compensée approximativement par celle de l'acide acétique, on pourrait conclure de ces données la chaleur de formation de l'acétate d'aniline, depuis la base gazeuse, soit + 10^{Cal},1.

» L'écart entre ce chiffre et la chaleur de formation de l'acétate d'ammoniaque cristallisé, soit + 8^{Cal},4, surpasse les écarts analogues relatifs aux sulfates et azotates : ce qui indique une combinaison bien moins complète.

» L'acide et l'alcali étant dissous à l'avance :

$C^4H^4O^4$ (1 équiv. = 2^{lit}) + $C^{12}H^7Az$ liquide, à 17° . . . . + 3^{Cal},57

soit, l'aniline supposée dissoute à l'avance : + 3,80.

» Entre ce dernier nombre et la chaleur de formation de l'acétate d'ammoniaque (+ 12,0), la différence, soit 8^{Cal},2, dépasse de plus de moitié l'écart similaire des chlorhydrates (12,5 — 7,4 = 5^{Cal},1) ou sulfates (14,5 — 9,2 = 5^{Cal},3) : ce qui indique un état de dissociation bien plus avancé dans le sel d'aniline que dans le sel d'ammoniaque; conformément à mes observations sur les borates, carbonates, phénates, cyanures de potassium et de sodium, comparés à ceux d'ammonium [1].

---

[1] *Essai de Méc. chim.*, t. II, p. 222, 234, 265 et suiv.

» On contrôle cet état de dissociation par la mesure de la chaleur dégagée lorsqu'on ajoute au sel neutre dissous (ou prétendu tel) un excès d'acide, ou un excès d'alcali.

» Soit, en effet, la solution qui contient les éléments de l'acétate d'aniline

$C^4H^4O^4, C^{12}H^7Az$ (1 équiv. $= 6^{lit},5$) $+ C^4H^4O^4$ (1 équiv. $= 2^{lit}$), à 17°. $+ 1^{Cal},41$

$C^4H^4O^4, C^{12}H^7Az$ (1 équiv. $= 6^{lit},5$) $+ C^{12}H^7Az$ liquide, à 17°....... $+ 0^{Cal},73$

» Ce dernier chiffre, si l'on supposait l'aniline dissoute à l'avance, monterait à $+ 0^{Cal},96$.

» La chaleur de formation de l'acétate d'aniline, dissous dans les quantités d'eau susindiquées, est, en définitive :

	Cal
A équivalents égaux...............	+ 3,8
Avec $2C^4H^4O^4$..................	+ 5,2
Avec $2C^{12}H^7Az$.................	+ 4,8

» La formation du sel neutre est donc, de même que pour les éthers, les sels ammoniacaux, les sels d'acides gras, etc., accrue par la présence d'un excès de l'un ou de l'autre des deux composants : conformément d'ailleurs aux notions générales de la statique chimique.

» Benzoate d'aniline. — L'acide benzoïque se dissout mal dans une solution aqueuse d'aniline. En opérant vers 16°, avec une solution telle que $C^{12}H^7Az + 250H^2O^2$, je n'ai réussi à dissoudre que les deux tiers de 1 équivalent d'acide benzoïque environ. Mais si l'on chauffe doucement dans un petit ballon l'aniline et l'acide benzoïque, pesés à l'avance dans des rapports de poids équivalent, le tout fond peu à peu et forme un liquide homogène : par refroidissement, il se prend en une masse cristalline. Cette matière, broyée à froid avec 100 fois son poids d'eau, se dissout intégralement dans l'espace de quelques minutes; elle renferme alors une dose d'acide benzoïque fort supérieure à celle qui répondrait à la solubilité normale de cet acide. Si on l'évapore avec ménagement, il se dépose par refroidissement des cristaux. Mais les cristaux, ainsi isolés par des évaporations successives, ne renferment guère que de l'acide benzoïque ([1]). En évaporant jusqu'au bout, toute l'aniline ou à peu près s'évapore, ainsi qu'une grande partie de l'acide benzoïque. Le benzoate neutre d'aniline ne paraît donc pas pouvoir être isolé par évaporation à chaud.

([1]) 100 parties de la première cristallisation contenaient, d'après dosage acidimétrique : 94 centièmes d'acide benzoïque; la deuxième cristallisation, 98; de même les troisième, quatrième et cinquième.

» J'ai expérimenté sur la masse cristalline obtenue du premier jet, par fusion du mélange d'acide et d'aniline à équivalents égaux. J'ai mesuré la chaleur qu'elle met en jeu, en se dissolvant dans l'eau pure, puis en subissant l'action d'une solution étendue de soude.

$C^{14}H^6O^4 + C^{12}H^7Az$ (fondus ensemble à l'avance) + eau (1 p. + 100 p. d'eau), à 24°.	[illegible] 4,79
Addition d'un excès de NaO (1 éq. = 2^{lit})	+ 8,50
Somme	+ 3,71

» On a dès lors les deux cycles :

$C^{14}H^6O^4$ crist. + $C^{12}H^7Az$ liq.	x	$C^{14}H^6O^4$ crist. + NaO étendue	+ 7,0
Action de NaO	+ 3,71	$C^{12}H^7Az$ + eau	0,6
	[illegible]		[illegible]

» L'état final étant le même

[illegible]

c'est la chaleur dégagée dans la réaction de 1 équivalent d'acide benzoïque crist. et de 1 équivalent d'aniline liquide.

» Avec l'aniline gazeuse, on aurait : $+ 11^{Cal},3$.

» Comparant ce nombre avec la chaleur de formation du benzoate d'ammoniaque, soit $-17^{Cal},0$, on trouve une différence de $+5^{Cal},7$; chiffre qui s'écarte peu des différences analogues relatives à l'azotate (+ 4,1) et au sulfate (+ 5,1).

» J'aurai occasion de revenir sur ces données.

» Si l'acide benzoïque était envisagé comme dissous, ainsi que l'aniline, il faudrait ajouter

+ 6,5 chaleur de dissolution de l'acide benzoïque, prise avec le signe contraire.
+ 0,6 » de l'aniline » »

+ 7,1

» On aurait dès lors

Acide benzoïque dissous + aniline dissoute = sel solide	+ $9^{Cal},8$
Le sel (ou plutôt le système) étant dissous dans l'eau	+ 9,8 − 4,8 = + $5^{Cal},0$

» Tel est le chiffre qui répondrait à la chaleur de neutralisation de l'acide benzoïque par l'aniline dans le benzoate [illegible]. Ce chiffre est plus fort que pour l'acide acétique (+ 3,8), bien qu'inférieur à la valeur cal-

culée par analogie : $+ 7^{Cal},1$. Il paraît donc que le benzoate d'ammoniaque est également dissocié, quoique à un degré moindre que l'acétate, dans ses dissolutions aqueuses : c'est ce que confirme l'impossibilité d'isoler ce sel par simple évaporation.

» J'ajouterai que la masse cristalline, formée à équivalents égaux par fusion synthétique d'acide benzoïque et d'aniline, n'est pas en réalité du benzoate neutre d'aniline, mais un mélange. En effet, cette masse renferme une substance huileuse qui tache fortement le papier. Je l'ai pressée doucement dans du papier buvard, renouvelé jusqu'à ce qu'il ne fût plus aucunement taché, même après un séjour de plusieurs heures. A ce moment, la matière cristalline qui restait se rapprochait de la composition d'un benzoate acide : $2C^{14}H^6O^4, C^{12}H^7Az$.

» En effet, on a trouvé, par un essai alcalimétrique :

Acide benzoïque.....	71,0	Le calcul exigerait...	7[illegible]
Aniline..............	29,0	»	27,[illegible]

» Mais je n'insiste pas.

» L'ensemble de ces observations jette un nouveau jour sur la constitution des sels d'aniline, tant à l'état isolé qu'à l'état dissous, et sur les caractères propres à manifester l'énergie relative des bases et des acides, ainsi que l'état de dissociation de leurs sels. »

THERMOCHIMIE. — *Chaleur de formation de quelques amides;* par MM. Berthelot et Fogh.

« Ces expériences ont eu pour objet de compléter l'étude des données relatives à la chaleur animale et à la théorie des amides.

» 1. Acétamide : $C^4H^5AzO^2 = 59^{gr}$.

Chaleur de combustion pour 1 molécule (3 dét.).	$+ 288^{Cal},0$ à v. c.; $+ 288^{Cal},1$ à p. c.
Chaleur de formation par les éléments (C diam.)..	$+ 72^{Cal},9$
Chaleur de dissolution à 14°..................	$- 1^{Cal},85$

» On en conclut pour les équations génératrices :

$C^4H^4O^4$ crist. + AzH^3 gaz = $C^4H^5AzO^2$ solide + H^2O^2 gaz...........	$+ 0^{Cal},9$
$C^4H^4O^4, AzH^3$ crist. = $C^4H^5AzO^2$ crist. + H^2O^2 crist................	$- 5^{Cal},9$

» L'amide est formé avec absorption de chaleur depuis le sel ammo-

niacal, conformément à ce que l'un de nous a déjà constaté pour l'oxamide et pour les nitriles. A partir de l'acide et de l'ammoniaque, le phénomène thermique est à peu près nul.

» 2. Propionamide : $C^6H^7AzO^2 = 73^{gr}$.

Chaleur de combustion pour 1 molécule (3 dét.).	$+435^{Cal},6$ à v. c.; $+436^{Cal},0$ à p. c.
Chaleur de formation par les éléments.........	$+88^{Cal},4$
Chaleur de dissolution à $14^{\circ},5$................	$-0^{Cal},97$

» 3. Benzamide : $C^{14}H^7AzO^2 = 121^{gr}$.

Chaleur de combustion pour 1 molécule (3 dét.).	$+851^{Cal},9$ à v. c.; $+852^{Cal},3$ à p. c.
Chaleur de formation par les éléments.........	$+49^{Cal},3$

D'où

$C^{14}H^6O^4$ crist. $+$ AzH^3 gaz $=$ $C^{14}H^7AzO^2$ crist. $+$ H^2O^2 gaz..........	$-0^{Cal},5$
$C^{14}H^6O^4, AzH^3$ crist. $=$ $C^{14}H^7AzO^2$ crist. $+$ H^2O^2 crist..............	$-5^{Cal},1$

» 4. Succinimide : $C^8H^5AzO^4 = 99^{gr}$.

Chaleur de combustion pour 1 molécule........	$+439^{Cal},3$ à v. c.; $+439,2$ à p. c.
Chaleur de formation par les éléments..........	$+110^{Cal},5$

$C^8H^6O^8$ crist. $+$ AzH^3 gaz $=$ $C^8H^5AzO^4$ crist. $+$ $2H^2O^2$ gaz	$-23^{Cal},1$

» On voit par là que la formation des amides est une décomposition ordinaire, accompagnée d'ailleurs par une dissociation, c'est-à-dire par des phénomènes d'équilibre. Elle est exactement parallèle sous ce rapport avec la formation des éthers. Ceux-ci, en effet, sont produits aussi avec absorption de chaleur; mais leur formation est souvent, sinon même toujours, précédée par celle d'une simple combinaison d'acide et d'alcool, analogue à un sel ammoniacal, et produite de même par simple addition et avec un faible dégagement de chaleur : c'est la dissociation de cette combinaison, avec élimination d'eau, qui forme les éthers; de même que la dissociation des sels ammoniacaux forme les amides. Les lois des deux formations sont les mêmes et les éthers, aussi bien que les amides, sont plus stables que les composés dont ils dérivent.

» 5. Acétanilide : $C^{16}H^9AzO^2$.

Chal. de combustion moléculaire (2 dét.) ..	$+1016^{Cal},1$ à v. c.; $+1016^{Cal},8$ à p. c.
Chal. de formation par les éléments	$+52^{Cal},1$

$C^4H^4O^4$ crist. $+$ $C^{12}H^7Az$ gaz $=$ $C^{16}H^9AzO^2$ crist. $+$ H^2O^2 gaz....	$+13^{Cal},9$

» 6. BENZANILIDE : $C^{26}H^{11}AzO^{2}$.

Chal. de combustion moléculaire (2 dét.) .. + 1582^{Cal},2 à v. c.; + 1583^{Cal},7 à p. c.
Chal. de formation par les éléments .... + 22^{Cal},1

$C^{14}H^{6}O^{4}$ crist. + $C^{12}H^{7}Az$ gaz = $C^{26}H^{11}AzO^{2}$ crist. + $H^{2}O^{2}$ gaz.... + 7^{Cal},1

» Ce nombre resterait à peu près le même si l'on calculait la formation du benzanilide et de l'eau solide depuis le système obtenu en unissant par fusion l'acide benzoïque et l'aniline (voir plus haut); mais ce système ne saurait être assimilé à un benzoate d'aniline véritable.

» En résumé, la formation des anilides depuis l'acide solide et la base gazeuse dégage donc plus de chaleur que celle des amides correspondants : circonstance corrélative d'une plus grande stabilité opposée à l'action décomposante de l'eau. Cette stabilité plus marquée résulte aussi d'une autre cause agissant dans le même sens, je veux dire la faible chaleur de formation des sels d''aniline, laquelle tend dès lors à se régénérer plus péniblement que l'ammoniaque, parce que la formation des sels d'ammoniaque dégage plus de chaleur. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Participation des plaques motrices terminales des nerfs musculaires à la dépense d'énergie qu'entraîne la contraction. Influence exercée sur l'échauffement du muscle par la nature et le nombre des changements d'état qu'elles excitent dans le faisceau contractile;* par M. A. CHAUVEAU.

« Pour les physiologistes, les organes en fonction sont des agents qui *travaillent* et dont l'activité fonctionnelle dépense de l'énergie, qui se disperse totalement en chaleur sensible rayonnante, parce que le *travail* de ces machines vivantes reste tout intérieur. Les muscles sont, eux aussi, dans ce cas quand on les fait fonctionner de manière à leur permettre de détruire eux-mêmes leur *travail mécanique extérieur*. En somme, c'est le *travail intérieur* ou le *travail physiologique* des tissus organiques et la dépense d'énergie qui en résulte que les physiologistes ont intérêt à connaître.

» Dans mes deux précédentes Communications, j'ai étudié la dépense d'énergie qu'entraîne le *travail intérieur* du muscle, c'est-à-dire la création de l'élasticité parfaite qu'acquiert l'organe mis en contraction pour équilibrer une charge à l'extrémité d'un levier osseux fixe ou animé d'un mouvement uniforme.

» La dépense d'énergie a été tout entière mise au compte du travail intérieur du tissu propre du muscle. Pourtant, dans ce cas, il n'y a pas que ce tissu qui travaille. La plaque nerveuse terminale joue aussi un rôle important, puisque c'est elle qui communique au faisceau musculaire l'excitation qui le met en tension élastique. Or cette excitation ne peut être considérée autrement que comme un travail physiologique intérieur spécial, impliquant une dépense d'énergie, c'est-à-dire une participation à l'échauffement que le muscle éprouve au moment de sa contraction. Que cette participation soit minime dans les conditions où nous nous sommes placés jusqu'à présent pour étudier l'élasticité active du muscle, *a priori*, cela semble incontestable. Mais on comprend que ces conditions puissent être modifiées, au point de modifier aussi, plus ou moins profondément, l'échauffement par lequel se traduit la dépense d'énergie dans la contraction musculaire.

» Il y a donc lieu d'étudier cette participation du travail de la plaque motrice terminale au mouvement énergétique qui se passe dans le muscle en contraction.

» Comme introduction à cette étude, je rappellerai la dernière expérience rapportée dans ma seconde Note (*Comptes rendus*, 15 juillet) et qui a pour objet la comparaison de l'échauffement suscité dans le muscle par la contraction statique et la contraction dynamique. Théoriquement, d'après le raisonnement et la construction graphique que j'ai donnée, l'échauffement, indice de l'énergie consacrée à la création de l'élasticité musculaire, devrait être, dans le cas de contraction dynamique, égal à la moitié de la somme des échauffements provoqués par les deux contractions statiques correspondantes. En fait, il a été constaté expérimentalement que l'échauffement produit par la contraction dynamique est un peu inférieur à cette moyenne. J'ai déjà dit que le déficit pourrait, à la rigueur, être considéré comme un écart purement accidentel. Mais je crois possible de démontrer que ce déficit trouve une explication naturelle dans certaines données, que nous utiliserons pour l'étude de la participation des plaques nerveuses terminales à la dépense d'énergie résultant de la contraction musculaire.

» Et d'abord, à quel moment du travail moteur se produit le déficit en question? Doit-on le placer pendant le travail positif ou pendant le travail négatif? Pour s'en assurer, il fallait étudier le travail moteur en en dissociant les deux phases, au lieu de les réunir, comme il a été fait jusqu'à présent.

» 1° *Comparaison de l'échauffement produit par le travail statique et le travail positif correspondant.* — Les expériences ont été faites avec la charge de 5^{kg}, et la contraction musculaire n'a eu qu'une minute de durée. Donc, soutien de la charge à — 40° et à + 20° pendant une minute et soulèvement de cette charge de — 40° à + 20° dans le même temps. Moyenne des résultats obtenus :

Soutien fixe........	— 40°	Échauffement du biceps....	0,126
»	+ 20	»	0,238
Soulèvement de.....	— 40 à + 20°	»	0,183

» Le dernier chiffre (échauffement produit pendant le travail extérieur positif) est justement la moyenne exacte des deux autres. Il ne faut attacher aucune importance à cette apparente précision, qui, en pareil cas, ne peut être qu'une coïncidence fortuite. Mais il paraîtrait bien, d'après cette série d'expériences, que le déficit dont nous cherchons la place ne se produit pas pendant le travail positif. Il s'y produit d'autant moins que cette sorte de travail entraîne une absorption d'énergie, diminuant la valeur de l'échauffement, lequel devrait être majoré en conséquence. D'où il résulte, en définitive, que l'énergie mise en œuvre par le muscle qui se contracte pour faire du travail positif est plus grande que la moyenne indiquée par la théorie pour la création de l'élasticité musculaire.

» 2° *Comparaison de l'échauffement dû respectivement au travail positif et au travail négatif.* — Les conditions des expériences instituées pour faire cette comparaison ont été celles de la série précédente : le biceps soulevait ou abaissait un poids de 4^{kg}, en une minute, entre — 40° et + 20°.

» Résultats :

Soulèvement de...	— 40° à + 20°	Echauffement moyen du biceps...	0°,108
Abaissement de...	+ 20° à — 40°	» ...	0°,095

» Ainsi, le travail de descente, accompli d'une manière exactement symétrique au travail de montée, échauffe moins que ce dernier le tissu musculaire. Donc si, dans nos expériences types sur l'énergie mise en œuvre par le biceps faisant du travail statique ou du travail mécanique, l'échauffement observé avec ce dernier est réellement un peu inférieur à celui qui est indiqué par la théorie, le déficit provient de la phase négative de ce travail.

» Il n'y a guère à douter de l'exactitude de cette conclusion. Les résultats qui viennent d'être signalés plaident d'autant plus en sa faveur, que ces résultats ne donnent même pas la vraie mesure de la différence d'énergie, mise en œuvre dans les deux cas de travail positif et de travail négatif. En effet, de même qu'il faut majorer l'échauffement causé par le travail positif, de même il faut retrancher quelque chose à celui du travail négatif; car, dans ce dernier cas, la chaleur libérée ne provient pas tout entière de l'énergie mise en œuvre par le travail intérieur du muscle : une portion a pour origine le travail mécanique détruit pendant l'abaissement de la charge

» Comment interpréter de tels résultats? On ne saurait les expliquer

que par l'intervention d'une cause intercurrente agissant inégalement, suivant les cas, à côté de la cause fondamentale, permanente, qui suscite la plus grande part de l'échauffement et qui réside dans la création de la tension élastique du tissu musculaire.

» Cette cause intercurrente variable ne peut être que l'excitation originelle de la contraction, c'est-à-dire le travail physiologique des plaques nerveuses terminales. Évidemment, ce travail varie, ainsi que l'échauffement qui en est la conséquence, dans les trois cas considérés.

» Ainsi, dans la contraction statique uniformément maintenue, l'excitation nerveuse qui provoque cette contraction est elle-même simple et uniformément prolongée. Tout au moins, peut-on admettre, en appliquant le principe du mouvement vibratoire, au nerf comme au muscle, que l'excitation est composée de phases successives tellement rapprochées qu'elles se fondent ensemble au point de ne pouvoir être distinguées les unes des autres.

» Dans le deuxième cas, celui du muscle employé à faire du travail extérieur positif, l'excitation nerveuse varie nécessairement du commencement à la fin de la contraction. C'est comme une excitation répétée en série croissante.

» Naturellement, avec le travail négatif, le cas est le même, mais de sens inverse : l'excitation répétée varie en décroissant.

» Or, ne peut-on pas supposer que l'excitation croissante exige plus d'énergie pour sa mise en œuvre que l'excitation décroissante? Cette hypothèse suffit à expliquer l'un des faits dont nous avons à chercher l'interprétation, je veux dire la supériorité de l'échauffement du travail positif sur celui du travail négatif.

» De plus, n'est-il pas vraisemblable que les excitations répétées communiquées au muscle par les plaques nerveuses terminales, dans le cas de travail positif, dépensent plus d'énergie et mettent ainsi en liberté plus de chaleur sensible que l'excitation simple, uniforme, plus ou moins prolongée, qui intervient dans la provocation de la contraction statique parfaitement fixe? Ceci expliquerait pourquoi l'échauffement constaté dans le cas de travail positif excède un peu celui que la seule activité du tissu musculaire est capable de produire, d'après la théorie.

» Cette seconde hypothèse se prêtait à une vérification expérimentale. Si vraiment l'excitation variable dépense plus d'énergie que l'excitation uniforme, la répétition des excitations variables transmises à un muscle employé à un travail moteur, d'une durée déterminée, doit augmenter l'é-

chauffement et l'accroître proportionnellement au nombre de ces excitations. Je me suis attaché à cette recherche dans les expériences suivantes :

» *Influence qu'exerce sur l'échauffement musculaire le nombre des mouvements accomplis par un muscle en contraction dynamique.* — Les renseignements propres à résoudre cette question ont été recueillis dans deux séries d'expériences dont je vais faire connaître les résultats.

» 1° *Comparaison de l'échauffement du muscle biceps, également raccourci par la contraction, pendant le même temps, d'une part dans le cas de soutien fixe d'une charge, d'autre part quand il y a répétition inégale du soulèvement et de l'abaissement de la même charge.* — Pour simplifier, le soutien fixe n'a été exécuté que dans la position de raccourcissement maximum + 20°; les soulèvements et les abaissements alternatifs de la charge, au nombre de 1 et de 6, ont eu lieu entre — 40° et + 20°. Charge : 3^{kg}. Durée de la contraction : deux minutes; par conséquent, les soulèvements et les abaissements duraient chacun soixante secondes ou dix secondes seulement, suivant le nombre des mouvements. Les chiffres de l'échauffement ont donné les moyennes suivantes :

	Échauffement.
	o
Soutien fixe à + 20°	0,160
1 soulèvement et 1 abaissement entre — 40° et + 20°	0,105
6 soulèvements et 6 abaissements entre — 40° et + 20°	0,155

» *Ainsi la multiplication, même faible, des mouvements augmente très sensiblement l'échauffement.*

2° *Comparaison de l'échauffement dans le cas où le nombre des mouvements affecte trois valeurs différentes.* — Dans ces nouvelles expériences, on a choisi les nombres 4, 24, 120 mouvements de va-et-vient, accomplis en deux minutes, avec entraînement d'un poids de 3^{kg} entre — 20° et + 20° et entre + 20° et — 20°. Ces nombres 4, 24, 120 permettent de donner à chacun des mouvements une durée facile à réaliser, parce qu'elle répond à une division régulière du cadran à secondes.

Ainsi, avec	4	va-et-vient, la durée de chacun est de		30	secondes
»	24	»	»	5	»
»	120	»	»	1	»

» Résultats moyens, au point de vue de l'échauffement :

				Échauffement.
				o
4 soulèvements et	4	abaissements		0,125
24	»	24	»	0,170
120	»	120	»	0,310

» Voilà donc une nouvelle démonstration très nette de l'augmentation de l'échauffement avec l'accroissement du nombre des mouvements accomplis par le muscle, toutes les autres conditions restant égales d'ailleurs.

Et, en effet, dans aucun des cas comparés, le muscle ne fait de travail mécanique proprement dit, à cause de la neutralisation réciproque du soulèvement et de l'abaissement de la charge; le travail de l'organe est exclusivement intérieur. De plus, la force élastique créée par la contraction musculaire reste en jeu pendant le même temps. Enfin, le muscle agissant constamment sur la même charge, avec les mêmes degrés de raccourcissement, cette force élastique présente toujours la même valeur absolue. En un mot, il n'y a que les excitations provocatrices de la création de l'élasticité musculaire qui ne soient pas identiques. Elles varient en nombre dans la proportion de 1 à 6 et à 30.

» L'échauffement, indice de l'énergie mise en œuvre par ce travail physiologique des plaques nerveuses terminales, varie-t-il dans la même proportion? Pour résoudre cette question, il faudrait connaître la valeur exacte de l'énergie consacrée à la création même de la force élastique du muscle. On déduirait cette valeur de l'énergie totale représentée par l'échauffement constaté; la différence ou le reste donnerait la valeur de l'énergie employée au travail des plaques motrices terminales. Malheureusement, il n'est pas possible de connaître exactement la part d'énergie dépensée par l'activité propre du tissu musculaire. On peut, il est vrai, faire des suppositions qui ont quelques chances de ne pas trop s'éloigner de la réalité. Ainsi, le chiffre 0°,120 représente peut-être la valeur de l'échauffement déterminé par la création même de l'élasticité musculaire. Si l'on adoptait ce chiffre, il resterait, dans les trois cas étudiés, pour la part d'échauffement revenant au travail physiologique des plaques terminales,

Avec les	4 mouvements	....	0°,005
»	24 »	....	0,050
	120 »	....	0,190

» Il est facile de voir que la proportion n'est pas exacte entre le nombre des excitations et la valeur de l'échauffement corrélatif. Pour que l'exactitude de ce rapport fût réalisée, il faudrait qu'aux chiffres 0°,005, 0°,050, 0°,190, on pût substituer les nombres 0°,005, 0°,030 et 0°,150 ou d'autres nombres proportionnels à ces derniers. On pourrait certainement approcher assez près, en changeant la valeur arbitrairement attribuée à la participation du travail intérieur du tissu propre du muscle à l'échauffement général. Mais il est bien inutile de tâtonner ainsi dans les ténèbres. Le sens général des résultats obtenus dans les présentes recherches est assez

clair. Si nous ne pouvons tirer des expériences la démonstration d'une proportionnalité suffisamment approximative entre le travail présumé des plaques motrices terminales et l'échauffement qui en résulte, ou l'énergie qu'il dépense, au moins est-il bien démontré, par ces expériences, que *l'échauffement manifeste une tendance très marquée à s'élever avec le nombre des mouvements de raccourcissement et d'allongement qu'exécute le muscle, c'est-à-dire avec la multiplication des excitations qui provoquent ces mouvements, autrement dit avec le travail physiologique des plaques motrices terminales*.

» Il est important de faire remarquer que l'échauffement, quand le nombre des mouvements est considérable, peut atteindre et dépasser même très notablement celui qui résulte du soutien fixe de la charge avec le raccourcissement maximum du muscle. Ce résultat est en concordance avec celui qui a été obtenu par A. Fick, dans ses expériences comparatives sur l'échauffement du muscle de grenouille soumis à des excitations artificielles qui provoquent soit un tétanos vrai, avec fusion complète des secousses musculaires, soit un tétanos incomplet laissant les secousses parfaitement indépendantes. Mais mes expériences ne s'accordent guère avec les expériences analogues de J. Béclard. Je ne saurais m'expliquer actuellement comment ce physiologiste distingué a pu constater que le biceps de l'homme s'échauffe exactement de la même manière en faisant du travail moteur avec des oscillations nombreuses entre deux raccourcissements extrêmes déterminés, ou du travail de soutien dans un état de raccourcissement fixe d'une valeur intermédiaire. Il me paraît impossible d'obtenir, dans ce dernier cas, quelles que soient les conditions dans lesquelles on se place, autre chose qu'un échauffement moindre que dans le premier. »

ASTRONOMIE. — *Découverte d'une comète par M. Coggia, à l'observatoire de Marseille*. Dépêche télégraphique de M. **Stéphan**, transmise par M. Mouchez.

« Comète découverte par M. Coggia à l'observatoire de Marseille. Voici sa position le 18 juillet 1890, à $10^h 31^m$ du soir :

Ascension droite..............	$8^h 48^m 51^s$
Distance polaire...............	$45° 17',2$

» Une observation du 19 juillet 1890 a donné pour cet astre la position suivante :

Ascension droite..............	$8^h 55^m 58^s$
Distance polaire...............	$45° 57', 2$

» La comète est assez brillante et présente une légère condensation centrale. Diamètre : $1' 30''$. »

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte qu'elle a faite dans la personne de M. *Alphonse Favre*, Correspondant de la Section de Minéralogie, décédé le 11 juillet à Genève.

Notice sur les travaux de M. Alphonse Favre; par M. **Daubrée.**

« De même que M. Jules Soret, qui nous a été enlevé il y a peu de semaines, M. Alphonse Favre, dont nous déplorons aujourd'hui la perte, appartenait à cette pléiade de savants qui, depuis Horace Benedict de Saussure, Pictet, de la Rive, Plantamour, ont illustré la ville de Genève. Comme la plupart de ses éminents compatriotes, qui ont appartenu ou appartiennent encore à notre Académie, il profita de la situation de fortune où il était né pour se vouer exclusivement aux progrès de la Science.

» Ce fut la Géologie qui, dès sa jeunesse, le fixa, attiré qu'il fut par la magnifique chaîne des Alpes, aussi pleine d'intérêt pour celui qui cherche à en comprendre la structure et l'origine, qu'elle offre de charmes à ceux qui sont en présence de ses aspects grandioses.

» Les dislocations et plissements des terrains, qui s'y montrent en dimensions colossales, l'ont beaucoup occupé. A diverses reprises, il a signalé les caractères de plis très contournés et accompagnés de renversements complets dans la stratification.

» Il a constaté que le Salève, surgissant dans une plaine, au milieu de la mollasse, se trouve sur une ligne anticlinale, dont il a trouvé, non loin de là, au sud du lac de Genève, un autre point bien caractérisé. Ces deux accidents remarquables sont situés sur le prolongement de la grande ligne anticlinale qui traverse la Suisse : située à une distance d'environ 10^{km} de la chaîne, cette ligne se continue vers l'est, le long d'une partie des Alpes de la Bavière, comme un résultat de la pression exercée par le soulèvement principal de la chaîne sur les massifs tertiaires.

» Le massif du mont Blanc, dont le jeune géologue pouvait de sa demeure contempler chaque jour la majestueuse cime, le captiva tout particulièrement. Il en fit l'étude avec autant d'exactitude que le comportaient les difficultés du sujet. La Carte géologique à l'échelle de $\frac{1}{150000}$, qu'il publia en 1862, comprend, dans une surface d'environ 5300^{km}, le groupe du mont Blanc et plusieurs autres massifs de hautes montagnes. Cette nouvelle Carte géologique, à une échelle beaucoup plus grande que celles qui l'avaient précédée, d'après les documents fournis par les états-majors des trois pays limitrophes, était aussi beaucoup plus riche en détails. Elle présentait des tracés nouveaux, notamment en ce qui concerne les terrains triasique et carbonifère. La dure existence que l'explorateur dut subir, pendant plus de vingt ans, au milieu de ces grandes escalades, fut cependant pour lui, en présence des beautés de la nature, la source de vives jouissances : « Le besoin de parcourir les Alpes, dit-il, est passé chez moi à » l'état de passion. » Cinq années après la Carte, parurent trois Volumes explicatifs, accompagnés d'un volumineux Atlas, où l'on trouve des faits pleins d'intérêt, par exemple le calcaire jurassique couronnant, à l'altitude de 2960^{m}, le gneiss des Aiguilles rouges.

» L'une des plus importantes questions traitées dans ce texte est celle du terrain anthracifère. De savants géologues avaient pensé y rencontrer une exception aux lois de la Paléontologie; car, à des couches de calcaire jurassique avec bélemnites se trouve superposé, notamment à Petit-Cœur, le terrain anthracifère contenant de nombreuses empreintes végétales qu'Adolphe Brongniart avait déclarées appartenir au terrain houiller. Ce fait bizarre donna lieu à de vifs débats, qui ne durèrent pas moins de trente-cinq années, et auxquels prirent part de nombreux géologues. On finit par reconnaître que les terrains stratifiés des Alpes ne présentent aucune anomalie dans la succession des êtres. Or, dès l'année 1841, M. Alph. Favre avait vu qu'on se trouvait en présence d'un renversement complet dans les couches, et c'est l'explication qui, finalement, a été reconnue vraie.

» Plusieurs géologues avaient indiqué l'existence du trias dans les Alpes occidentales; mais M. Alph. Favre a établi, le premier, d'une manière certaine, que les gypses, les carnieules et les dolomies, se trouvant au-dessous de la zone à *Avicula contorta*, appartiennent réellement à ce système. Cela permettait de délimiter plus sûrement le système anthracifère.

» L'étude des anciens glaciers, qui ont laissé sur la surface de la Suisse des vestiges si imposants et si caractéristiques, a spécialement fixé l'attention de M. Favre. On lui doit une Carte où, d'après les nombreux travaux

dont ils ont été l'objet et les observations personnelles de l'auteur, il les a figurés sur le versant nord des Alpes suisses, avec leurs contours, leurs moraines, leurs blocs erratiques, tels qu'on peut les observer encore actuellement. En les jalonnant ainsi au moyen de leurs blocs erratiques, on reconnaît que l'épaisseur de certains d'entre eux pouvait dépasser 1000^{m} et qu'il existait de grands plans de glace à pente presque nulle, comme on l'observe de nos jours au Groenland.

» Il convient encore de mentionner une Carte géologique du canton de Genève, à très grande échelle, exécutée surtout dans le but d'être utile à l'agriculture, et accompagnée d'un volume de texte.

» Après avoir eu si souvent l'occasion de suivre dans ses explorations les effets de refoulements ou d'écrasements latéraux des terrains stratifiés, M. Alph. Favre en étudia le mécanisme expérimentalement. La vue des photographies représentant les contournements qu'il a obtenus suffit pour faire apprécier leurs traits de ressemblance avec ceux de la nature.

» En résumé, depuis 1840, époque à laquelle remontent ses débuts, M. Alph. Favre a contribué puissamment à la solution des problèmes difficiles que soulève l'étude des Alpes, et qui, en même temps, éclairent des questions générales de l'histoire du globe.

» De 1844 à 1852, ce savant a professé la Géologie à l'Académie de Genève.

» Dans la personne de M. Alphonse Favre, à côté du savant distingué, on trouvait l'homme aimable, dont la finesse et l'originalité d'esprit se reflétaient dans sa physionomie et surtout dans son regard.

» Né le 30 mars 1815, Correspondant de l'Académie des Sciences depuis 1879, il s'est éteint sans souffrance le 11 juillet dernier. »

MÉMOIRES LUS.

HELMINTHOLOGIE. — *Sur les moyens de reconnaître les Cysticerques du* Tænia saginata, *produisant la ladrerie du veau et du bœuf, malgré leur rapide disparition à l'air atmosphérique.* Note de M. **A. Laboulbène.**

« Après avoir constaté, dans une précédente Communication, comment on est exposé à ne pas trouver les germes kystiques ou les Cysticerques produisant la ladrerie bovine, je vais rapporter une expérience récente et probante, pour arriver à reconnaître cette ladrerie sous ses divers aspects.

» Un veau de 2 mois a pris, dans du lait, le 13 mars 1890, douze anneaux mûrs ou cucurbitains de l'extrémité d'un long *Tœnia saginata*. Le 24 mars, seconde prise de vingt cucurbitains d'un autre Ténia pareil, et cette fois, sur mes indications, les anneaux séparés ont été coupés dans le sens de la longueur, et placés au fur et à mesure dans du lait tiède. L'examen microscopique montre qu'une seule goutte de lait, prise dans la ration donnée, contient 2 ou 3 et même jusqu'à 25 à 30 œufs de Ténia, ou, pour parler plus exactement, d'oncosphères ou embryons hexacanthes.

» Le 19 mai, d'après mon conseil, une incision de 10^{cm} de longueur est pratiquée sur la fesse gauche du veau, pour l'ablation d'un morceau de muscle. L'examen à l'œil nu permet de constater, dans le tissu musculaire coupé en tranches minces, des corps demi-transparents, de forme oblongue, de la grosseur d'un gros grain de millet ou de chènevis. Ils sont formés par une première enveloppe kystique, conjonctive, résistante, renfermant une seconde vésicule, celle-ci très transparente, appartenant au Cysticerque proprement dit. La plaie, pansée à l'acide phénique, a été guérie en quelques jours.

» Le 30 mai, le veau a été tué par un boucher, au laboratoire des hautes études d'Anatomie comparée, puis traité et préparé comme s'il eût dû être livré à la consommation. Nous l'avons examiné avec MM. Georges Pouchet, Guichard et plusieurs personnes, contrôlant les uns par les autres nos observations.

» Les muscles à fibres striées présentent des Cysticerques, depuis ceux de la queue jusqu'à ceux moteurs du globe oculaire. Ce sont principalement les muscles du cou, de la tête, les intercostaux, qui paraissent le plus infestés. La moindre coupe pratiquée dans le sens des fibres laisse apercevoir des kystes, au milieu du tissu conjonctif périphérique et surtout interstitiel. La répartition n'est pas régulière : tantôt il y a deux kystes voisins l'un de l'autre, ailleurs un seul isolé, parfois trois ou quatre sont réunis sur un petit espace.

» La forme des kystes est allongée; cette forme est donnée par la direction longitudinale des fibres musculaires. Il suffit de tirer sur les deux extrémités d'un faisceau de fibres, pour allonger la petite ampoule; le faisceau fibrillaire étant, au contraire, coupé en travers à proximité du Cysticerque, le kyste prend une forme plus sphéroïdale. La dimension est variable depuis la grosseur d'un gros grain de chènevis (2^{mm} à 4^{mm}), jusqu'à 6^{mm} à 8^{mm}. Il est juste de tenir compte des deux infections qui ont eu lieu à onze jours de distance et pouvant donner des Cysticerques d'âges différents.

» Pour extraire le Cysticerque, il suffit d'exercer une pression légère sur le kyste, avec le dos du scalpel, après avoir enlevé les fibres musculaires superposées. On arrive au même résultat en ouvrant l'ampoule avec la pointe de fins ciseaux; le Cysticerque fait saillie et sort du kyste, qui s'affaisse de suite.

» Le Cysticerque, renfermé dans son kyste, aussi bien qu'isolé, se réduit rapidement de lui-même au contact de l'air; il devient à peine perceptible pour un œil non prévenu; mais le dessèchement n'a pas lieu si une couche aponévrotique, fibreuse, résistante recouvre le kyste.

» Le Cysticerque, isolé prend une forme ovalaire et même arrondie; il est parfaitement transparent, avec une tache allongée, blanchâtre, placée sur un des bords et dirigée vers l'intérieur. Cette partie caractéristique est constituée par la tête invaginée; elle apparaît nettement en se retournant sur elle-même et faisant saillie au

dehors, quand on plonge un Cysticerque vivant dans un mélange d'eau distillée avec un tiers d'alcool. La tête se montre alors sans proboscide, avec ses quatre ventouses, dépourvue de crochets, tout à fait inerme.

» J'ai souvent fixé une épingle à côté des kystes, afin de les retrouver. J'ai laissé des fragments de viande se dessécher sous mes yeux, puis se racornir au soleil, et, toujours assuré par des épingles de la situation des Cysticerques, j'ai facilement trouvé la tête et le cou formant un point blanchâtre.

» En mettant de l'eau pure sur un kyste affaissé, en voie de dessèchement, celui-ci reparaissait. En plaçant dans l'eau additionnée d'acide acétique ou d'acide nitrique, ou encore dans un mélange d'eau, de glycérine et d'acide acétique, un fragment de viande fortement desséchée, racornie, enlevé autour du point blanchâtre et caractéristique, je faisais gonfler et réapparaître le Cysticerque.

» Il résulte de cette expérience, confirmant les faits que j'avais déjà observés, la preuve de la diminution rapide du volume, puis de l'affaissement et de la disparition des kystes ainsi que des vésicules du Cysticerque inerme, par évaporation de leur contenu. Cette disparition n'a pas lieu sous les aponévroses, ni au milieu des masses musculaires. Malgré la dessiccation du kyste et de la vésicule incluse, la tête, existant toujours, reste sous l'aspect d'un point blanchâtre.

» D'autre part, si l'on met de l'eau pure, soit distillée, soit bouillie et filtrée, stérilisée en un mot, sur la vésicule flétrie, celle-ci devient apparente. Sur la viande un peu sèche, ou même desséchée, l'application d'un liquide approprié fait réapparaître le kyste et le Cysticerque inclus. Si l'on enlève, autour du point précis indiqué par la tête formant une tache blanchâtre, un morceau de tissu musculaire, et qu'on le mette dans l'eau ou la glycérine acidulées, le kyste devient reconnaissable.

» On peut dire que la recherche du Cysticerque inerme, dans la viande de boucherie, est plus facile que celle des Trichines dans la viande du porc.

» Pour rendre absolument inoffensive, au point de vue de la production du Ténia inerme, une viande de veau ou de bœuf suspectée de ladrerie, il suffit de la faire cuire avec soin et suffisamment. La viande bouillie ou rôtie, ayant éprouvé, non seulement à la surface, mais aussi à l'intérieur, une chaleur de 50° C. à 60° C., est assainie. Le Cysticerque inerme ne peut supporter, sans périr, une telle température. Quant à la viande crue, employée dans un but thérapeutique, elle ne peut nuire par des Cysticerques inaperçus ou méconnus, si elle est pulpée avec soin et passée à travers les mailles d'un très fin tamis. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *De la sensibilité des plantes, considérées comme de simples réactifs.* Note de M. **Georges Ville.**

« Comme suite à mes précédentes Communications sur l'analyse de la terre par les plantes, je vais montrer que les plantes, considérées comme de simples réactifs, possèdent une sûreté d'indications et un degré de sensibilité auxquels, au premier abord, on ne pourrait se résoudre à croire; puis, que, sous le rapport de la sensibilité, les ferments, la levure de bière en particulier, vont bien au delà des végétaux supérieurs. Je prendrai, comme premier exemple, la recherche de l'acide phosphorique.

» J'ai montré depuis longtemps que vingt-deux grains de blé de mars, cultivés dans du sable calciné et arrosé avec de l'eau distillée, donnent un poids de récolte compris entre 18^{gr} et 22^{gr}. Mais, pour obtenir ce résultat, il faut ajouter au sable calciné $0^{gr},110$ d'azote à l'état de nitre, associé aux minéraux que la végétation réclame, parmi lesquels le phosphate de chaux entre pour 2^{gr}. Dans ces conditions absolument artificielles et en dehors de toute condition indéterminée, la végétation accuse un état prospère. Le chaume du froment est droit et rigide, les feuilles sont d'un vert franc, quoique tirant un peu sur le jaune; la plante fleurit et donne du grain, qui, semé à son tour, germe et se comporte absolument comme celui que l'on récolte dans la bonne terre.

» Supprime-t-on le phosphate de chaux, toutes les autres conditions de l'expérience étant maintenues, pendant la première quinzaine aucun phénomène perturbateur ne se manifeste; mais, dès que les deuxièmes feuilles commencent à paraître, l'accroissement s'arrête, les feuilles s'étiolent, le blé s'éteint et meurt. Ainsi, pas de phosphate, pas de végétation.

» Que l'on tente une troisième expérience, en tout conforme à la précédente, dans laquelle on ajoute au sable calciné $0^{gr},01$ de phosphate de chaux, c'est-à-dire $0^{gr},004$ d'acide phosphorique ou $0^{gr},002$ de phosphore, les plantes ne meurent plus, la végétation suit son cours normal, le froment donne un épi avec des vestiges de grains; on obtient finalement 6^{gr} de récolte.

» De tout ceci il résulte que le froment accuse la présence, dans le sable (1000^{gr}), de 1 cent-millième de phosphate de chaux, de 4 millionièmes d'acide phosphorique, par 6^{gr} de récolte, laquelle représente 600 fois le poids du phosphate, 1500 fois celui de l'acide phosphorique, 2300 fois le poids du phosphore.

CULTURES DE FROMENT ET DE POIS

DANS LE SABLE CALCINÉ

AVEC **BEAUCOUP, PEU** ET **POINT** DE PHOSPHATE DE CHAUX.

FROMENT.

[N]° 3.

[Sans ph]osphate [de ch]aux.

... 0gr,80

N° 2.

Avec 0gr,01 de phosphate de chaux.



Paille et racines..	gr 5,85
1 grain..........	0,01
	5,86

N° 1.

Avec 2gr de phosphate de chaux.

Paille et racines .	gr 16,55
187 grains.......	4,27
	20,82

POIS.

N° 1.

Avec 2gr de phosphate de chaux.



Paille et racines..	gr 23,50
60 grains.........	13,05
	36,55

N° 2.

Sans phosphate de chaux.

Paille et rac.	gr 8,24
10 grains....	2,05
	10,29

N° 3.

Sans phosphate de chaux.

—

Semence provenant de la récolte de la culture n° 2.



Paille et rac.. 2gr,75

DE LA SENSIBILITÉ DE LA LEVURE DE BIÈRE

POUR DÉCOUVRIR

LA PRÉSENCE DES PLUS FAIBLES TRACES DE PHOSPHATE DE CHAUX.

Expériences du 3 juillet 1867.

On a employé chaque fois	Sucre	30^{gr}
	Levure fraîche	0,200
	Mélange salin	Quantités décroiss.
	Eau	1000

Matière azotée : urée $0^{gr},093$, contenant : azote 0,042

N° 1. Mélange salin...... $0^{gr},475$ — Phosphate de chaux $0^{gr},250$

DURÉE de la fermentation.	SUCRE disparu.	SUCRE disparu par heure moyenne.
20^{h}	1,423^{gr}	0,071^{gr}
79	13,220	0,167
144	25,805	0,179
192	28,861	0,150
306	30	0,098

N° 2. Mélange salin...... $0^{gr},095$ — Phosphate de chaux $0^{gr},050$

DURÉE de la fermentation.	SUCRE disparu.	SUCRE disparu par heure moyenne.
21^{h}	[illegible],040^{gr}	0,097^{gr}
78	[illegible]	0,154
143 ½	[illegible]	0,148
191	25,668	0,134
306	30	0,098

N° 3. Mélange salin..... $0^{gr},0095$ — Phosph. de chaux. $0^{gr},005$

DURÉE de la fermentation.	SUCRE disparu	SUCRE disparu par heure moyenne.
22^{h}	[illegible]	[illegible]
77	[illegible]	[illegible]
143	[illegible]	[illegible]
190	6,701	[illegible]
307	9,030	[illegible]
356	[illegible]	[illegible]
404	[illegible]	0,0307
453	[illegible]	0,0303
501	15,366	[illegible]
548	[illegible]	[illegible]
620	19,620	0,0315
668	20,776	0,0311
716	21,641	0,0301
788	23,079	0,0292
836	23,441	0,0280
908	24,266	0,0266
956	24,975	0,0261
980	25,932	0,0265
1004	26,37	0,0262

N° 4. Mélange salin.... $0^{gr},0009$ — Phosph. de chaux. $0^{gr},0005$

DURÉE de la fermentation.	SUCRE disparu	SUCRE disparu par heure moyenne.
25^{h}	[illegible]	[illegible]
76	[illegible]	[illegible]
142	[illegible]	[illegible]
189 ½	[illegible]	[illegible]
308	[illegible]	[illegible]
358	[illegible]	[illegible]
405	[illegible]	[illegible]
454	[illegible]	[illegible]
502	[illegible]	[illegible]
549	[illegible]	[illegible]
621	[illegible]	[illegible]
669	[illegible]	[illegible]
717	[illegible]	[illegible]
789	[illegible]	[illegible]
837	[illegible]	[illegible]
909	[illegible]	[illegible]
957	[illegible]	[illegible]
981	[illegible]	[illegible]
1005	[illegible]	[illegible]

N° 5. Ni minéraux, ni matière azotée.

DURÉE de la fermentation.	SUCRE disparu	SUCRE disparu par heure moyenne.
26^{h}	[illegible]	[illegible]
75	[illegible]	[illegible]
141	[illegible]	[illegible]
189	[illegible]	[illegible]
309	[illegible]	[illegible]
358	[illegible]	[illegible]
406	[illegible]	[illegible]
455	[illegible]	[illegible]
670	[illegible]	[illegible]

Paris. — Impr. GAUTHIER-VILLARS ET FILS.

» Que l'on sème maintenant dans le sable calciné, non plus du froment, mais des pois, avec $0^{gr},110$ d'azote à l'état de nitrate de potasse et tous les minéraux réclamés par la végétation, mais à l'exclusion du phosphate de chaux, que se passe-t-il?

» 10 pois pesant $2^{gr},33$ et contenant $0^{gr},029$ d'acide phosphorique ont produit, en l'absence du phosphate de chaux, $10^{gr},60$ de récolte, dans laquelle la graine figure pour $1^{gr},75$ contenant $0^{gr},009$ d'acide phosphorique. D'autre part, 10 graines de cette dernière origine, cultivées dans les mêmes conditions que les précédentes, n'ont donné que $2^{gr},75$ de récolte, mais la plante n'a plus fleuri, ni porté graine; les pois de la deuxième génération se comportent comme le froment cultivé avec $0^{gr},01$ de phosphate.

» Ainsi voilà des faits qui démontrent que le froment et les pois permettent de découvrir 1 cent-millième de phosphate de chaux.

» Je rapporte dans mon Mémoire un grand nombre de faits conformes aux précédents, attestant comme eux une grande sensibilité. Malgré leur concordance, tous ces faits ne sont que des approximations presque grossières par rapport aux résultats nouveaux qu'il me reste à présenter.

» Lorsque M. Pasteur préluda à ses grandes découvertes sur le rôle des microbes par ses études sur la fermentation alcoolique, frappé de la facilité avec laquelle on peut cultiver la levure de bière à l'aide de sels minéraux et azotés, sollicité de plus par mes études antérieures sur la possibilité d'effectuer de véritables analyses par les plantes, l'idée me vint de tenter la même recherche à l'aide de la levure de bière.

» Pour toutes les expériences, on s'arrêta aux conditions suivantes :

» 30^{gr} de sucre dans 1^{lit} d'eau, avec $0^{gr},093$ d'urée contenant $0^{gr},043$ d'azote et une quantité variable de sels, phosphates, potasse, magnésie, etc., allant de $1^{gr},450$ à $0^{gr},475$; les deux fermentations ont consommé les 30^{gr} de sucre, la première en 240 heures, l'autre en 306 heures.

» Alors, la dose des minéraux étant maintenue à $0^{gr},475$, on fit varier la proportion de levure de $0^{gr},200$ à $0^{gr},00002$. Dans ces diverses conditions, la marche de la fermentation a été très uniforme et toujours très rapide; la durée a été de 216 à 503 heures. Cette concordance montre combien ce mode d'investigation est susceptible de régularité et de précision. Puis on fit varier la dose des minéraux de $0^{gr},475$ à $0^{gr},0009$, le phosphate passant de $0^{gr},250$ à $0^{gr},0005$, et voici les résultats donnés par cette nouvelle série :

» 1° Avec $0^{gr},475$, c'est-à-dire $0^{gr},250$ de phosphate, c'est-à-dire 2 dix-millièmes de phosphate par rapport au poids du liquide, la fermentation a duré 306 heures ; 30^{gr} de sucre ont disparu : 120 fois le poids du phosphate.

» 2° Avec $0^{gr},0950$ de mélange salin ou $0^{gr},050$ de phosphate, c'est-à-dire 5 cent-millièmes du poids du liquide, la fermentation a duré 306 h., et il a disparu 30^{gr} de sucre, c'est-à-dire 600 fois le poids du phosphate.

» 3° Avec $0^{gr},009$ du mélange salin ou $0^{gr},005$ de phosphate, c'est-à-dire 5 millionièmes de phosphate, la fermentation a duré 1004 heures ; la quantité de sucre disparu s'est élevée à $26^{gr},37$, c'est-à-dire à 5000 fois le poids du phosphate.

» 4° Enfin, avec $0^{gr},00095$ du mélange salin ou $0^{gr},0005$ de phosphate de chaux, c'est-à-dire 5 dix-millionièmes du poids du liquide, $17^{gr},28$ de sucre ont disparu, c'est-à-dire 34000 fois le poids du phosphate employé.

» Enfin, si l'on supprime absolument les minéraux et les phosphates, la fermentation ne se manifeste que par des effets à peine sensibles. La levure vit sur son propre fonds. Le sucre disparu s'élève à $1^{gr},423$, ce qui a exigé 640 heures ; mais, à partir de ce moment, la fermentation s'arrête et la consommation du sucre cesse complètement.

» Il résulte donc des faits qui précèdent que, avec la levure de bière, on a pu reconnaître la présence de $0^{gr},0005$ de phosphate dilué dans 1^{lit} d'eau, ce qui correspond à 5 dix-millionièmes du poids du liquide.

» C'est ici le lieu de rappeler que M. Raulin m'a précédé dans cette voie, et je rapporte dans mon Mémoire les résultats qu'il a obtenus avec l'*Aspergillus niger,* conformes de tous points à ceux que j'avais moi-même *réalisés avec le froment*.

» Malgré la sensibilité extrême de la levure de bière, il ne faut pas perdre de vue que les plantes agricoles n'en demeurent pas moins des réactifs d'une sûreté et d'une délicatesse incomparables. Je citerai comme exemple la canne à sucre, dont le phosphate de chaux est précisément la dominante. Avec l'engrais complet, la canne a donné $57\,000^{kg}$. Supprime-t-on le phosphate, la récolte est de $15\,000^{kg}$. 600^{kg} de superphosphate de chaux, contenant 90^{kg} d'acide phosphorique, ont suffi pour déterminer un excédent de récolte de $42\,000^{kg}$ à l'hectare, ce qui représente 70 fois le poids du phosphate et 466 fois le poids de l'acide phosphorique. Rapporté aux $4\,000\,000^{kg}$ de terre végétale qui recouvrent la surface d'un hectare, le phosphate représente moins de 1 six-millième du poids de la terre, et l'acide phosphorique moins de 1 quarante-millième.

» Les expériences sur la levure de bière que je viens de rapporter remontent à 1867 ; je ne retiens en ce moment de cette étude que le principe de la méthode et son incomparable sensibilité ; je me réserve de fixer ultérieurement le cadre de son application pour découvrir, à l'état où ils sont assimilables, les quatre termes fondamentaux de la production végé-

tale, dont la présence dans la terre fait le succès de la culture et en règle les produits. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la production, par les décharges électriques, d'images reproduisant les principales manifestations de l'activité solaire.* Note de M. **Ch.-V. Zenger**. (Extrait.)

(Commissaires : MM. Fizeau, Cornu, Mascart.)

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie quelques photographies mettant en évidence les résultats de mes dernières études sur la constitution de la décharge électrique d'une machine Wimshurst et de la bobine Ruhmkorff (grand modèle, 100 000^{m} de longueur du fil secondaire) sur une plaque enfumée. Les images de l'étincelle électrique, produite à travers la couche pulvérulente assez mobile de noir de fumée, montrent que la décharge consiste en deux mouvements tourbillonnaires, de direction opposée. On observe une trace blanche, dentelée, produite dans la couche de noir de fumée, qui n'est que la projection des tourbillons aériens sur la plaque de glace enfumée; une strie noire, visible au milieu de cette trace blanche dentelée, représente l'*œil* du petit cyclone aérien produit par la décharge électrique. Ce qui est digne de remarque, c'est que la trace noire va en disparaissant progressivement au milieu de la trace blanche, entre les points négatif et positif du déchargeur, indiquant ainsi la destruction des deux mouvements tourbillonnaires de directions opposées, à moitié chemin entre ces points.

» L'examen de ces figures indique ainsi ce qui se passe pendant la décharge, en raison de la mobilité des particules de noir de fumée, beaucoup mieux que ne le peuvent montrer les décharges produites sur les plaques de gélatinobromure d'argent.

» Ces expériences m'ont conduit à une confirmation de ma théorie électrodynamique du Soleil. J'ai eu l'idée de produire la décharge en rapprochant de la couche de noir de fumée déposée sur une plaque de verre assez grande le bouton positif du déchargeur d'une machine de Wimshurst, tandis que le bouton négatif était placé à une distance de 10^{cm} à 20^{cm} de la surface postérieure, non enfumée, de la plaque bien desséchée. Au milieu de la plaque, est collé un disque circulaire d'étain, qui se charge par le bouton positif très rapproché. Les décharges, sans produire d'étincelles, transportent le noir de fumée du bord du disque circulaire, et l'on

obtient les lignes de force électrique, dessinées en transparence sur le fond noir de la plaque enfumée.

» Le résultat présente alors l'image surprenante d'une éclipse totale de Soleil ; le disque circulaire métallique représente, pour ainsi dire, la Lune couvrant le disque solaire ; les lignes de force électrique produisent au bord du disque toutes les apparences de protubérances solaires, éruptives et aurorales, linguiformes, hautes et basses, qui représentent la chromosphère du Soleil, dentelée et surmontée par les protubérances éruptives ; même les formes contournées en spirales s'y retrouvent. Enfin, on voit des étincelles plus longues, atteignant les bords de la plaque de verre, qui produisent des traces curvilignes, comme on en observe dans la couronne solaire pendant une éclipse totale. Les rifts des Anglais sont représentées d'une manière merveilleuse dans ces décharges électriques à travers des couches mobiles pulvérulentes.

» En faisant l'expérience dans une chambre noire, on voit des flammes rouges, provenant du bord de la feuille circulaire d'étain, qui représentent l'apparence, les formes et la couleur de protubérances vues pendant une éclipse totale de Soleil....

» En enfumant des boules de verre, et en déchargeant, sur la surface noircie de la même manière, l'électricité d'une machine Wimshurst ou de la bobine de Ruhmkorff, on voit se former des taches blanches, grisâtres au bord, dont les photographies (négatives) donnent la représentation de groupes de taches, de leur pénombre, de leur intérieur spiraloïde, et de ponts lumineux [1].... »

M. **Desbourdieu** soumet au jugement de l'Académie un appareil d'explosion automatique.

(Commissaires : MM. Mascart, Lippmann.)

M. **de Scey-Montbéliard** adresse un Mémoire intitulé « Parallélisme de l'Acoustique et de l'Optique ».

(Renvoi à la Section de Physique.)

---

(1) J'avais déjà, en 1885, dans mon Ouvrage *La Météorologie du Soleil et du système planétaire,* expliqué les formes spiraloïdes des taches et leurs pénombres, par des mouvements tourbillonnaires produits par les décharges électriques vers les essaims d'étoiles filantes, ou la couronne même, au voisinage de couches coronales extérieures.

M. A. Gouzot adresse un Mémoire sur divers instruments d'Astronomie.

(Renvoi à l'examen de MM. Mouchez et Lœwy.)

CORRESPONDANCE.

M. Albert Gaudry présente à l'Académie une brochure intitulée : « *Edmond Hébert* », et s'exprime en ces termes :

« La famille de M. Hébert a réuni sous la même couverture les discours qui ont été prononcés sur notre éminent et regretté Confrère, soit lors de ses funérailles, soit quand une pieuse troupe d'amis a été déposer sur sa tombe le médaillon de bronze où ses traits sont gravés. La famille de M. Hébert m'a chargé d'en faire hommage à l'Académie. Certainement, tous nos Confrères seront heureux d'avoir ce souvenir d'un homme qu'ils ont beaucoup aimé et qui a conquis une place importante dans la Science par la lumière qu'il a jetée sur la grande histoire des âges passés. »

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Sur la combinaison des observations.* Note de M. R. Lipschitz, présentée par M. Bertrand.

« Gauss, dans une Note intitulée *Bestimmung der Genauigkeit der Beobachtungen,* publiée en 1816 et insérée dans le Tome IV de ses *Œuvres,* page 109, a fait remarquer que l'on peut généraliser quelques théorèmes de Laplace, qui expriment la probabilité correspondant à l'espérance que la somme de m erreurs d'observation prises positives, ou la somme des carrés de m erreurs soit contenue entre des limites données. En indiquant ses résultats nouveaux sans démonstration, Gauss a appuyé sur le fait qu'ils valent pour une loi quelconque des erreurs d'observation.

» Or, comme personne n'en a publié, à ce que je sais, une démonstration qui satisfait à la condition mentionnée, je me permettrai d'exposer une méthode qui me semble conduire au but désigné.

» Dénotons par $\varphi(v)$ la probabilité du fait qu'une erreur d'observation va tomber entre les quantités v et $v + dv$, et supposons que l'on aura fait d'une quantité mesurable m observations indépendantes, qui comportent les m erreurs respectives $v, v', \ldots, v^{(m-1)}$. Alors on sait que la probabilité Ω de l'espérance qu'une fonction $F(v, v', \ldots, v^{(m-1)})$ des m erreurs soit conte-

nue entre les limites $-g$ et g est déterminée par l'intégrale de l'ordre $m^{\text{ième}}$

$$\Omega = \int\int\ldots\varphi(v)\,dv\,\varphi(v')\,dv'\ldots\varphi(v^{(m-1)})\,dv^{(m-1)},$$

où les variables $v, v', \ldots, v^{(m-1)}$ sont restreintes par les inégalités

$$-g < F(v, v', \ldots, v^{(m-1)}) < g.$$

» Maintenant l'intégrale Ω se prête à l'application du facteur discontinu de Dirichlet. Ce moyen d'analyse a été introduit par son auteur en faisant considérer que l'expression

$$D(\gamma) = \frac{2}{\pi}\int_0^{\infty}\frac{\sin t}{t}\cos\gamma t\,dt$$

est égale à l'unité tant que la quantité réelle γ est placée entre -1 et $+1$, mais s'évanouit aussitôt que γ devient algébriquement plus petite que -1 ou plus grande que $+1$. Si l'on écrit, au lieu de la fonction de t, une intégrale définie très simple, en posant

$$\frac{\sin[(1+\gamma)t] + \sin[(1-\gamma)t]}{t} = \int_{-1}^{1}\cos[(y-\gamma)t]\,dy,$$

et si l'on ajoute la représentation du cosinus par la fonction exponentielle à l'argument imaginaire, on obtient la transformation du facteur discontinu en intégrale double

$$D(\gamma) = \frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty}dt\int_{-1}^{1}e^{i(y-\gamma)t}\,dy.$$

» Il suffit donc de remplacer la quantité γ par le quotient

$$\frac{F(v, v', \ldots, v^{(m-1)})}{g},$$

afin de changer la valeur de Ω dans l'intégrale de l'ordre $(m+2)^{\text{ième}}$

$$\Omega = \frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty}\ldots\varphi(v)\,dv\,\varphi(v')\,dv'\ldots\varphi(v^{(m-1)})\,dv^{(m-1)}\int_{-\infty}^{\infty}dt\int_{-1}^{1}e^{i(y-\gamma)t}\,dy.$$

» Étudions cette intégrale en posant la fonction $F(v, v', \ldots, v^{(m-1)})$ égale à l'excès de la somme des puissances $n^{\text{ièmes}}$ de m erreurs d'observation, divisée par m, sur la valeur la plus vraisemblable de ce quotient. Si l'on prend les erreurs avec deux signes effectifs, cette valeur est égale à l'intégrale $\int_{-\infty}^{+\infty}\varphi(x)x^n\,dx$, qui, à cause de l'hypothèse faite $\varphi(-x) = \varphi(x)$, s'annule pour n impair, et que nous dénoterons par $L^{(n)}$ pour n pair. Pourvu que l'on multiplie les erreurs $v, v', \ldots$ par les unités $r, r', \ldots$ cor-

respondant aux signes respectifs, la valeur la plus vraisemblable de la somme $\frac{2\,\varrho^n + \varepsilon'\,\varrho'^n + \ldots + \varepsilon^{(m-1)}\,\varrho'^n}{m}$ pour n impair est déterminée par l'intégrale

$$2\int_0^{\infty} \varphi(x)\,x^n\,dx = k^{(n)}.$$

On a donc, selon les trois cas distingués, les expressions de $F(\varrho, \varrho', \ldots, \varrho^{(m-1)})$

(I) $$\frac{\varrho^n + \varrho'^n + \ldots + (\varrho^{(m-1)})^n}{m}, \quad n \text{ impair},$$

(II) $$\frac{\varrho^n + \varrho'^n + \ldots + (\varrho^{(m-1)})^n}{m} - L^{(n)}, \quad n \text{ pair},$$

(III) $$\frac{\varepsilon\,\varrho^n + \varepsilon'\,\varrho'^n + \ldots + \varepsilon^{(m-1)}\,(\varrho^{(m-1)})^n}{m} - R^{(n)}, \quad n \text{ impair}.$$

» Or les approximations requises des intégrations séparées par rapport aux variables ϱ, ϱ' se déterminent en suivant la route frayée par *Laplace*. Dans le premier cas, c'est l'intégrale

$$\int_{-\infty}^{\infty} e^{-\frac{i\varrho^n}{mg}t}\,\varphi(\varrho)\,d\varrho,$$

qui, en étendant le développement de la fonction jusqu'au terme de l'ordre t^2 près, parce qu'on a $\int_{-\infty}^{\infty}\varphi(\varrho)\,d\varrho = 1$ et pour n impair $\int_{-\infty}^{\infty}\varphi(\varrho)^n\,d\varrho = 0$, se transforme dans l'expression $1 - \frac{1}{2}\frac{L^{(2n)}}{m^2 g^2}t^2$, au lieu de laquelle on met l'exponentielle $e^{-\frac{1}{2}\frac{L^{(2n)}}{m^2 g^2}t^2}$, où il faut admettre que la quantité $\frac{L^{(2n)}}{m^2 g^2}$ soit petite. Le produit des m intégrales semblables donne donc la valeur $e^{-\frac{1}{2}\frac{L^{(2n)}}{mg^2}t^2}$, où la quantité $\frac{L^{(2n)}}{mg^2}$ est supposée non croissante. Cela étant, nous acquérons pour la valeur approchée de Ω l'intégrale double

$$\Omega = \frac{1}{2\pi}\int_{-1}^{1} dy \int_{-\infty}^{\infty} dt\, e^{-\frac{1}{2}\frac{L^{(2n)}}{mg^2}t^2 + iyt}.$$

» Comme pour une valeur positive de x et pour une valeur quelconque réelle de λ, on a

$$\int_{-\infty}^{\infty} e^{-xz^2 + i\lambda z}\,dz = \sqrt{\frac{\pi}{x}}\,e^{-\frac{\lambda^2}{4x}},$$

il est clair que Ω se change dans l'intégrale

$$\text{(I)}\qquad \Omega = \frac{2}{\sqrt{\pi}}\int_0^1 \sqrt{\frac{m}{2\,\mathrm{L}^{(2n)}}}\, g e^{-\frac{m}{2\mathrm{L}^{(2n)}} g^2 y^2} dy.$$

» On trouve pareillement, dans les deuxième ou troisième cas,

$$\text{(II)}\qquad \Omega = \frac{2}{\sqrt{\pi}}\int_0^1 \sqrt{\frac{m}{2(\mathrm{L}^{(2n)} - \mathrm{L}^{(n)}\mathrm{L}^{(n)})}}\, g e^{-\frac{m}{2(\mathrm{L}^{(2n)} - \mathrm{L}^{(n)}\mathrm{L}^{(n)})} g^2 y^2} dy,$$

ou respectivement

$$\text{(III)}\qquad \Omega = \frac{2}{\sqrt{\pi}}\int_0^1 \sqrt{\frac{m}{2(\mathrm{K}^{(2n)} - \mathrm{K}^{(n)}\mathrm{K}^{(n)})}}\, g e^{-\frac{m}{2(\mathrm{K}^{(2n)} - \mathrm{K}^{(n)}\mathrm{K}^{(n)})} g^2 y^2} dy.$$

» Les résultats (II) et (III) sont ceux proposés par *Gauss* dans l'endroit visé : le résultat (I) pour $n = 1$ est mis en usage dans la Note de *Dirichlet*, intitulée : *Ueber die Methode der kleinsten Quadrate*, parue en 1836, et insérée dans le tome I de ses *Œuvres*, page 279. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Diagrammomètre; auxiliaire mécanique pour les études des courbes.* Note de M. le colonel **Kozloff**, présentée par M. Marey.

« Le *diagrammomètre* est le premier essai qui ait été fait pour comparer et étudier exactement les courbes. Le but de cet appareil est d'obtenir en même temps les solutions des divers problèmes qui concernent la mesure de tous les éléments d'une courbe ou d'un diagramme. Le diagrammomètre démontre la possibilité : *a*. de transformer les données numériques des observations en poids qui en sont les symboles; *b*. de déterminer automatiquement ces poids suivant la grandeur, la direction et la forme de la courbe; *c*. d'avoir, automatiquement aussi, sur un cadran disposé à cet effet, l'expression exacte de la mesure des diverses parties du diagramme qui représente, soit les résultats moyens, soit toute autre combinaison mathématique servant à la détermination des courbes.

» A l'extérieur de l'appareil, se trouve le Tableau graphique appelé *diagrammographe*. Ce Tableau sert à la construction et à la comparaison des diverses courbes, et permet de figurer très exactement, et d'une façon uniforme, plusieurs courbes à la fois. Le Tableau est situé dans un plan ver-

tical sur lequel sont tracées cent lignes horizontales et équidistantes. En avant du Tableau se trouvent disposés des fils noirs verticaux sur lesquels on peut faire glisser des anneaux ou des curseurs. En élevant ou en abaissant les anneaux, on peut figurer sur le Tableau une courbe quelconque, conformément au système des coordonnées orthogonales de la Géométrie analytique. Les fils noirs verticaux représentent les abscisses $1, 2, 3, \ldots, n$; les différentes hauteurs des anneaux par rapport à une horizontale quelconque représentent les ordonnées, que nous désignerons par $y_1, y_2, y_3, \ldots, n$. Un cordon de couleur passé à l'avance dans tous les anneaux permet de figurer instantanément la courbe qui correspond à un Tableau de chiffres.

» En substance, le mécanisme du *diagrammomètre* est fondé sur celui des balances. Aux fléaux de ces balances sont adaptées des chaînes qui rompent ou rétablissent l'équilibre suivant qu'on les lève ou les abaisse. Des aiguilles qui se trouvent dans la partie supérieure de l'armoire des cadrans montrent les indications des mesureurs. A chacune des ordonnées, correspond une chaîne verticale accrochée au fléau d'une des balances. Lorsqu'on relève l'anneau mobile d'une longueur déterminée, l'extrémité inférieure de la chaîne se relève d'une quantité égale ou complémentaire, et ne pèse plus sur le fléau que d'un poids proportionnel à la longueur figurée par l'ordonnée. L'élévation de telles ou telles chaînes des éléments demande, pour être en équilibre, des chaînes contrepoids sur l'autre extrémité du fléau. Les chaînes de contrepoids, unies aux tambours des mesureurs, sont reliées aux aiguilles des cadrans. En outre, la grandeur des chaînes, leur poids (général et spécial), leur mode de jonction, ainsi que leur direction et leur mouvement, dépendent du mouvement des fils verticaux, dans les anneaux desquels circule le cordon (rouge) de la courbe.

» Les mesurages des parties des diagrammes nous donnent des déductions nécessaires pour déterminer les moyennes et le caractère des transformations des courbes. Ces mesurages donnent de nouvelles généralisations qui déterminent les mouvements des phénomènes étudiés sous toutes leurs faces. Les six mesureurs sont choisis dans le premier modèle, comme exemples des six types des diverses généralisations. Ces mesureurs donnent :

» 1. La *moyenne arithmétique*, c'est-à-dire la somme des ordonnées divisée par leur nombre, ce qui correspond à l'intégrale $\int y\,dx$. En remplaçant la chaîne uniforme par une chaîne *profilée*, on peut obtenir aussi la *moyenne arithmétique des carrés* des ordonnées, ce qui correspond dans le Calcul intégral à $\int y^2 dx$.

» 2. La *probabilité de la valeur moyenne arithmétique*, c'est-à-dire la somme des amplitudes des éléments de la courbe ou la somme des carrés de l'amplitude. Si l'on désigne par $\delta_1, \delta_2, \ldots, \delta_n$ les différences entre l'ordonnée moyenne y_0 et les données $y_1, y_2, \ldots, y_n$, il s'agit d'obtenir la moyenne arithmétique des différences prises en valeur absolue ou des écarts δ de la moyenne. On a, pour le Calcul intégral, l'expression $\int + \sqrt{(y-y_0)^2}\,dx$. Mais si l'on remplace la chaîne uniforme par la chaîne profilée, on obtient de même la *probabilité de la moyenne des carrés* y^2, et plus généralement de la moyenne $\varphi(y)$ d'une fonction quelconque de la loi connue ou inconnue, c'est-à-dire $\int \varphi(\delta)\,dx$.

3. *L'intensité des écarts* entre les valeurs successives de la courbe, c'est-à-dire la longueur de son profil. Cette longueur détermine l'intensité des changements des éléments successifs. Elle donne l'intégrale $\int \sqrt{1+y'^2}\,dx$. Cette mesure ne se détermine pas par les balances, mais au moyen de tambours à ressorts.

4. *Moyenne des maxima*, c'est-à-dire la somme des ordonnées de la moitié supérieure du diagramme. Si l'on désigne par $\delta_1, \delta_2, \delta_3 \ldots, \delta_n$ les écarts des ordonnées, c'est-à-dire les différences des ordonnées et de leur moyenne, le mesureur indique la moyenne arithmétique des valeurs positives de δ et en Calcul intégral $\int \varepsilon\delta\,dx$, en supposant ε égal à 0 pour δ négatif, et égal à 1 pour δ positif. Plus généralement, par les chaînes profilées, on obtiendra les intégrales $\int \varepsilon\delta^2\,dx$ et $\int \varepsilon\varphi(\delta)\,dx$.

» 5. *Mouvement probable de la moyenne*, ou somme des ordonnées de la courbe dans leur progression arithmétique. Pour cela, les chaînes agissent sur les éléments d'un levier du second genre. Le mesureur indique la moyenne des produits

$$1y_1 + 2y_2 + 3y_3 + \ldots + ny_n$$

et dans le Calcul intégral l'expression $\int xy\,dx$. Par les chaînes profilées on obtient donc, d'une façon générale, l'intégrale $\int x\varphi(y)\,dx$. En les faisant agir sur un levier du second genre, on peut aussi obtenir des résultats qui correspondent à ceux qui sont indiqués par le deuxième et le quatrième mesureur. On aura ainsi d'une manière générale les intégrales $\int x\varphi(\delta)\,dx$ et $\int \varepsilon x\varphi(\delta)\,dx$.

» 6. *Résumé général*. — Enfin, un dernier cadran permet de réunir les résultats obtenus par tous les mesureurs ou par quelques-uns d'entre eux seulement.

» Nous espérons que le diagrammomètre sera un auxiliaire précieux pour tous ceux qui étudient les sciences appliquées, les sciences d'observation, les lois de la statistique. En figurant sur l'appareil les données numériques d'un phénomène quelconque, en déterminant pour ainsi dire instantanément et simultanément les nombres qui représentent les diverses particularités du phénomène observé, en variant les profils des chaînes, en changeant leurs distances aux points d'appui, il est probable que l'on arrivera à formuler des lois nouvelles. »

PHYSIQUE. — *Sur la propriété physique de la surface commune à deux liquides soumis à leur affinité mutuelle.* Note de M. G. VAN DER MENSBRUGGHE.

« Dans mes recherches antérieures, j'ai étudié spécialement les propriétés de la couche de contact de deux liquides a et b qui ne se mêlent pas, et, d'après la théorie de Gauss convenablement interprétée, j'ai attribué à cette couche une tension superficielle ayant pour expression $F_a + F_b - 2F_{ab}$, F_a étant la tension à la surface libre du liquide a, F_b celle du liquide b et F_{ab} l'action mutuelle des deux liquides. Quand cette action est faible, comme, par exemple, dans le cas de l'eau et de l'essence de térébenthine, le trinôme est positif et représente une force agissant sur la surface commune de la même manière que F_a ou F_b sur la surface libre du liquide a ou b, c'est-à-dire que cette force tend à rendre la couche de contact aussi petite que possible.

» Mais si les liquides a et b ont l'un pour l'autre une affinité suffisante pour que $2F_{ab}$ l'emporte sur $F_a + F_b$, le trinôme devient négatif, et la force qui règne le long de la surface commune, au lieu de rendre cette surface aussi petite que possible et de faire naître en chacun de ses points une action normale dirigée vers le centre de courbure, aura, au contraire, une tendance tout opposée et produira partout une action normale dirigée en sens contraire du rayon de courbure.

» A cette force toute spéciale, qui paraît n'avoir jamais été signalée, je donne le nom de *force d'extension*, absolument comme dans le cas de la couche de contact d'un solide et d'un liquide qui le mouille.

» A l'appui de cette interprétation, je puis citer une série de faits dont voici les principaux :

» I. Dans un cristallisoir, on verse une couche d'eau distillée de quelques millimètres d'épaisseur, et l'on amène au-dessus de la surface un tube portant une goutte d'éther; aussitôt le liquide sous-jacent éprouve de vives trépidations; c'est que, grâce à l'affinité des deux liquides, toute particule de vapeur d'éther qui vient en contact avec l'eau remplace brusquement la tension, aux points touchés, par une force d'extension produisant une traction de la particule vers l'intérieur de l'eau; l'effet est bien plus frappant si l'on dépose une petite masse d'éther sur l'eau; celle-ci manifeste de vives trépidations, et l'éther est violemment tiré vers l'intérieur.

» Même action avec l'huile d'olive et l'éther. L'approche de la goutte

d'éther donne lieu à une forte dépression de l'huile, et si la couche de celle-ci est peu épaisse, le fond du vase est mis à nu.

» II. Si, à l'exemple de M. Quincke, on fait arriver très lentement, à travers un fil de verre creux, un filet extrêmement mince d'alcool à la surface limite d'une bulle d'air placée dans l'eau sous un plan horizontal de verre, la bulle éprouve des secousses périodiques, à des intervalles qui dépendent de la vitesse d'arrivée de l'alcool. Au moment du contact de celui-ci avec la couche limite de la bulle, la tension de l'eau est subitement remplacée par une force d'extension, due à l'affinité réciproque des deux liquides, et dont l'effet concourt avec la pression capillaire du haut de la bulle pour tirer brusquement celle-ci vers le bas.

» III. Soit une très petite masse d'un liquide a, complètement entourée d'un liquide b n'ayant pour a qu'une faible affinité, mais contenant des traces d'une substance c capable d'agir chimiquement sur a; cette petite masse, que nous supposerons d'abord sphérique, restera telle aussi longtemps que c ne viendra pas en contact avec a; au contraire, à l'instant même où c touchera la surface limite de a en un point m, il se produira en m une excroissance, et l'on verra naître des courants intérieurs partant de m, longeant la surface et revenant vers le point influencé à travers l'intérieur même de a. Dans le liquide b, il y a aussi parfois des courants partant de m et aboutissant aussi au même point.

» C'est ce qu'on observe quand une trace de potasse ou de soude caustique arrive en contact avec la surface limite d'une goutte d'huile d'olive plongée dans l'eau sous une plaque de verre horizontale; ainsi se trouveront expliqués bien simplement les mouvements observés dans les amibes des naturalistes.

» Je me réserve d'appliquer cette théorie à des exemples fort nombreux où intervient l'affinité de deux liquides en contact, et de donner ainsi à ces idées un appui de plus en plus solide. »

OPTIQUE. — *Sur la réflexion cristalline interne.* Note de M. **Bernard Brunhes**, présentée par M. Lippmann.

« Quand un rayon lumineux qui chemine dans un milieu anisotrope arrive à une surface limite, il se produit une double réflexion. Entre les deux vibrations réfléchies auxquelles donne lieu une vibration incidente unique, la réflexion introduit-elle une différence de marche dépendant de la nature du milieu extérieur?

» On ne peut résoudre la question par l'emploi des compensateurs, tels que celui de Jamin, qui conviennent aux cas de la réflexion vitreuse ou métallique et de la réflexion cristalline externe; car, à la différence de marche introduite par la réflexion, s'ajoute ici celle qui est due à la différence des chemins parcourus par les deux rayons réfléchis à l'intérieur du milieu cristallin. Il faudra prendre un faisceau cylindrique, le faire entrer dans un cristal, de manière à n'avoir qu'un seul faisceau réfracté, faire réfléchir ce faisceau de telle sorte que les deux faisceaux réfléchis auxquels il donne naissance soient à l'emergence parallèles entre eux, et étudier par la méthode de Fizeau et Foucault le faisceau complexe constitué par la superposition de ces deux faisceaux réfléchis. Un pareil faisceau, analysé par un nicol convenablement orienté, donne au spectroscope un spectre cannelé.

» Les conditions précédentes sont réalisées par l'emploi d'une lame cristalline à faces parallèles : on y fera tomber un faisceau de rayons solaires polarisés dans un azimut de polarisation uniradiale; les deux rayons émergents fournis par un même rayon incident seront parallèles. Mais le faisceau incident ne doit pas entrer directement de l'air dans la lame; car une partie de la lumière serait réfléchie sur la face d'entrée, elle donnerait un spectre continu superposé au spectre cannelé, et masquerait le phénomène; en outre, on ne pourrait aborder le cas où la réflexion intérieure devient totale.

» Je m'affranchis de ces difficultés par l'emploi d'un prisme à liquide: deux des faces sont des glaces de verre; la troisième, la lame cristalline étudiée, est une lame de quartz, par exemple. Le prisme est rempli d'un liquide dont l'indice est très voisin de l'indice moyen du quartz (de l'essence d'amandes amères additionnée au besoin d'une petite quantité d'alcool), ce qui rend négligeable la réflexion à la face d'entrée; la réflexion sur la seconde face pourra être rendue partielle ou totale, en faisant varier l'incidence.

» La section droite du prisme est dans un plan vertical; la face cristalline est horizontale, et à la partie supérieure, sur cette face, et serrée contre elle par des vis de pression, est une lame de verre percée d'un large trou cylindrique. On a ainsi une petite cuve dont le cristal constitue le fond; cette cuve est divisée par une cloison verticale, perpendiculaire aux arêtes du prisme, en deux compartiments que l'on peut remplir de liquides différents. Le faisceau de rayons solaires entre par l'une des faces latérales, et l'on étudie le faisceau réfléchi qui sort par l'autre. On lui fait traverser, outre l'analyseur, un système de lentilles donnant une image

réelle de la cloison dans le plan de la fente du spectroscope ; cette fente est horizontale, et le spectroscope, réglé pour donner un spectre pur, est disposé dans un plan vertical. On voit alors deux spectres cannelés, séparés par une ligne noire verticale. Quand le retard introduit par la réflexion contre les milieux qui remplissent les deux compartiments n'est pas le même, les bandes de l'un des spectres ne sont pas dans le prolongement des bandes de l'autre, et le déplacement relatif d'une bande de l'un des spectres par rapport à la bande correspondante de l'autre donne la mesure de la différence des retards.

» Afin de rendre plus appréciable cette différence des retards, on pourra interposer normalement au faisceau lumineux, entre la lame réfléchissante et l'analyseur, une lame de quartz parallèle à l'axe; en orientant sa section de manière que le retard qu'elle introduit entre les rayons ordinaire et extraordinaire qui la traversent se retranche du retard introduit par le passage dans la lame réfléchissante, et en choisissant son épaisseur de telle sorte que les retards soient très voisins, on aura dans le spectre des bandes très écartées, et une légère variation apportée au retard relatif amènera un déplacement très sensible des bandes.

» Pour polariser le faisceau incident dans un azimut de polarisation uniradiale, je reçois le faisceau qui s'est réfracté à travers la lame de quartz, et qui sort par la partie supérieure du prisme à liquide, sur un compensateur de Jamin suivi d'un analyseur. Si ces deux rayons réfractés sont conservés, ils ont entre eux, à la sortie, une différence de marche qui est trop grande pour pouvoir être compensée, et l'on n'a point de franges, quelles que soient l'orientation de l'analyseur et celle de la section principale du compensateur. Au contraire, dès qu'un des rayons réfractés est éteint, on a de la lumière rectiligne à la sortie, et les franges colorées du compensateur s'obtiennent par une orientation convenable de l'analyseur : on tournera donc le polariseur jusqu'à voir très nettes ces franges. Dans le cas où il y a réflexion totale contre le cristal, on n'a plus de rayon réfracté émergeant directement dans l'air; on remplit la cuve d'eau ou d'un liquide assez réfringent, et l'on pose sur la surface supérieure un prisme de verre d'angle convenable ; on rétablit ainsi un faisceau émergent qu'on peut étudier au compensateur.

» Je poursuis, par cette méthode, l'étude de la variation du retard avec la nature du milieu contre lequel se fait la réflexion [1]. »

---

[1] Travail fait à la Sorbonne, au laboratoire d'Enseignement physique.

OPTIQUE. — *Sur la double réfraction elliptique du quartz* (¹). Note de M. F. **Beaulard**, présentée par M. Lippmann.

« Je me propose, dans ce travail, d'étudier la double réfraction elliptique du quartz, suivant l'axe optique, lorsqu'on associe au pouvoir rotatoire naturel la double réfraction que produit une compression exercée normalement à l'axe optique, et de comparer les résultats expérimentaux à ceux que donne la théorie publiée par M. Gouy (²). Soit un rayon de lumière polarisée horizontalement et tombant normalement sur une lame de quartz taillée perpendiculaire à l'axe. On obtient à la sortie du cristal une vibration elliptique. Soient α l'angle du grand axe de l'ellipse avec la vibration incidente, a et b les amplitudes des deux mouvements vibratoires constituants, pris l'un horizontal et l'autre vertical, et δ leur différence de marche. En posant $\frac{b}{a} = \operatorname{tang}\psi$, on peut déterminer δ et ψ par la méthode de Sénarmont (mica quart d'onde).

» D'après les idées théoriques exposées par M. Gouy sur la coexistence du pouvoir rotatoire et de la double réfraction, on peut regarder cette vibration émergente comme résultant de la composition de deux vibrations elliptiques, d'ellipticité k et $\frac{1}{k}$, qui se propagent, sans altération à l'intérieur du cristal, avec des vitesses inégales, et présentent à la sortie une différence de marche d. Posons $k = \operatorname{tang}\varepsilon$; on peut déterminer k et d par les formules suivantes, que j'ai indiquées dans une précédente Communication (³) :

$$(1)\qquad \left\{\begin{aligned} \cos\pi d &= \cos 2\pi\delta \cos\psi,\\ \operatorname{tang} 2\varepsilon &= \frac{\operatorname{tang}\psi}{\sin 2\pi\delta}. \end{aligned}\right.$$

» D'un autre côté, M. Gouy a donné les relations suivantes (⁴)

$$(2)\qquad \left\{\begin{aligned} \frac{\omega}{\pi} &= 2d\,\frac{k}{1+k^2},\\ \varphi &= d\,\frac{1-k^2}{1+k^2}; \end{aligned}\right.$$

(¹) Ce travail a été effectué, à la Faculté des Sciences de Marseille, dans le laboratoire de M. Macé de Lépinay.

(²) *Journal de Physique*, t. IV, p. 149; 1885.

(³) *Comptes rendus*, t. CVIII, p. 671; 1889.

(⁴) *Journal de Physique*, t. IV, p. 149; 1885.

qui peuvent s'écrire

(3)
$$\begin{cases} \dfrac{\omega}{\pi} = d \sin 2\varepsilon, \\ \varphi = d \cos 2\varepsilon. \end{cases}$$

» On peut donc connaître ainsi expérimentalement la différence de marche due au pouvoir rotatoire seul, c'est-à-dire $\frac{\omega}{\pi}$, et la différence de marche φ qui provient de la double réfraction seule. Quant à l'angle α, il s'exprime par la formule suivante ([1])

(4)
$$\tan 2\alpha = \frac{\pi \omega d \sin 2\pi d}{\pi^2 \varphi^2 - \omega^2 \cos 2\pi d},$$

qui montre que α est une fonction périodique de d, de sorte que l'axe de l'ellipse, lorsque la compression φ augmente, oscille asymptotiquement de part et d'autre de la vibration rectiligne primitive. L'angle α est nul pour $d = n\frac{\lambda}{2}$; pour n pair, la vibration est rectiligne, et pour n impair, l'ellipse a son grand axe horizontal. En effet, la vibration est rectiligne si $\tan \psi = 0$, ce qui entraîne $d = n'\lambda = 2n'\frac{\lambda}{2}$. Dans le cas de l'ellipse rapportée à ses axes, on a

$$2\pi\delta = \frac{\pi}{2};$$

les formules (1) deviennent

(5)
$$\begin{cases} \cos \pi d = 0, \\ \tan 2\varepsilon = \tan \psi, \end{cases}$$

formules utilisées précédemment dans l'étude du quartz non comprimé. La condition $\cos \pi d = 0$ donne

$$d = (2n'' + 1)\frac{\lambda}{2}.$$

» Dans le cas particulier où l'ellipse devient une circonférence (vibration circulaire), on a, en outre,

$$\tan \psi = 1, \qquad \text{c'est-à-dire} \qquad 2\varepsilon = \frac{\pi}{4};$$

([1]) Cette formule a été établie, au moyen de considérations géométriques, par M. Wiener (*Annales de Wiedemann*, vol. XXXV, p. 1; 1888). On peut l'établir en écrivant l'équation de l'ellipse émergente, et changeant de cordonnées pour la rapporter à ses axes. On la retrouve en écrivant que le rectangle des coordonnées est nul.

alors

$$k = \tang \frac{\pi}{8},$$

et les formules (3) donnent

$$\frac{\omega}{\pi} = \varphi.$$

» Je me suis proposé de vérifier la constance de $\frac{\omega}{\pi}$ et la variation périodique de α, lorsqu'on associe au pouvoir rotatoire naturel une biréfringence croissante.

» Le quartz était comprimé par un dynamomètre de Perreaux à essayer les tissus, adapté aux besoins de l'expérience, et toutes les précautions ont été prises tant au point de vue de la répartition exacte de la pression que de l'orientation rigoureuse de la lame.

» Le Tableau suivant donne quelques résultats :

P. Pression en kilogr.	α.	d.	k.	$\frac{\omega}{\pi}$.	φ observé.	φ calculé.	
kg 0	+74°	1,097	1	1,097	0	0	
50	+67,45	1,126	0,831	1,107	0,207	0,219	
100	+56,55	1,234	0,679	1,147	0,455	0,439	
220	indéterminé	1,500	0,414	1,060	1,060	»	circulaire
300	+28	1,764	0,406	1,231	1,263	1,317	
360	+ 8	1,925	0,340	1,117	1,528	1,580	
380	+ 0	2,000	0,317	»	»	»	rectiligne
460	−15	2,308	0,238	1,040	2,061	2,020	
505	0	2,500	0,235	1,115	2,237	2,217	ellipse à axe horizontal
520	+ 3,30	2,529	0,224	1,080	2,286	2,283	
530	+ 8	2,572	0,205	1,096	2,327	admis	

» La dernière colonne donne la valeur de φ calculée en admettant la proportionnalité de la double réfraction à la pression; le coefficient de proportionnalité a été calculé au moyen de l'expérience où la pression est de 530^{kg} par centimètre carré environ.

» Il résulte de ce Tableau que, aux erreurs d'expériences près, $\frac{\omega}{\pi}$ est en effet constant, et que, conformément aux expériences de Wertheim, φ croît proportionnellement à la pression. Ce Tableau met aussi en évidence l'oscillation du grand axe de l'ellipse tel qu'il est prévu par la théorie, phé-

nomène déjà vérifié par d'autres observateurs sur des corps autres que le quartz ([1]). »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur une anomalie magnétique, constatée dans la région de Paris.* Note de M. **Th. Moureaux**, présentée par M. Mascart.

« Les premières déterminations magnétiques que j'ai faites en 1884 et 1885 avaient montré, dans la distribution des éléments magnétiques en France, diverses anomalies dont l'étude était subordonnée à une extension du réseau d'observations. M. Mascart a bien voulu me charger de procéder à une revision complète et détaillée d'une Carte magnétique de la France, basée sur des mesures à effectuer dans 600 stations environ. La région du Nord et le bassin de Paris étant dès maintenant explorés, j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie mes premiers résultats.

» La direction normale des isogones ne s'observe guère que dans l'extrême nord de la France; plus au sud, la régularité des phénomènes est profondément troublée. L'isogone de 15°50′, qui passe à Hazebrouck et à Clermont-de-l'Oise, a déjà perdu sa direction normale avant d'avoir atteint Paris, qu'elle traverse du nord au sud; au lieu de continuer ensuite dans cette direction, elle s'infléchit d'abord au sud-sud-est jusqu'à Gien, puis se replie brusquement sur elle-même dans la direction du nord-ouest jusqu'à Houdan, pour reprendre enfin son cours vers le sud sur le méridien géographique de Chartres. Depuis la côte de la Manche jusqu'à Montargis et Gien, limite actuelle du réseau vers le sud, les isogones, tracées de 10′ en 10′, affectent *toutes* cette forme particulière, qui est justifiée par plus de cent observations, dont soixante dans un rayon de 100^{km} autour de Paris.

» La Carte des *isanomales* de la déclinaison, établie par la comparaison des isogones vraies avec les isogones supposées régulières, met en relief deux zones principales d'anomalie. La première, correspondant à un excès de la déclinaison, s'étend depuis la côte de la Manche (Dieppe) jusqu'à la Loire (Gien), en augmentant graduellement d'intensité vers le sud; l'excès est de 14′ à Neufchâtel-en-Bray, 19′ à Mantes, 24′ à Chevreuse, 23′ à Montargis, 30′ à Gien; l'extrémité nord de cette zone s'étale vers l'est jusqu'aux environs de Laon, où l'excès est encore de 7′.

([1]) Wedding, *Annales de Wiedemann*, vol. XXXV, p. 25; 1888, et *Journal de Physique*; 1889. — Chauvin, *Journal de Physique*, t. IX; 1890, et *Thèse de doctorat*.

» La seconde zone d'anomalie correspond au contraire à des déclinaisons plus faibles que ne l'indiquerait le tracé régulier des isogones : elle est située à l'ouest de la première et lui est sensiblement symétrique. L'intensité de l'anomalie croît également vers le sud : l'écart est de — 8′ à Évreux, — 10′ à Dreux, — 13′ à Épernon, — 18′ à Orléans. Ainsi, contre toute attente, la déclinaison est plus grande à Paris qu'à Épernon, à Gien qu'à Orléans.

» Les choses se passent comme si le pôle nord de l'aiguille aimantée était attiré de part et d'autre vers une ligne presque droite qui, partant de Fécamp, irait à Châteauneuf-sur-Loire (et probablement au delà), par Elbeuf et Rambouillet, en faisant à l'ouest du méridien géographique un angle de 25° environ. Les Cartes des autres éléments montrent en effet, le long de cette ligne, une augmentation marquée de l'inclinaison et une diminution de la composante horizontale. C'est aux géologues qu'il appartiendrait de rechercher si la constitution du sol permet d'expliquer cette anomalie singulière, qui n'a jamais été signalée, bien qu'elle affecte la déclinaison à Paris même. Remarquons d'ailleurs que les isogones, dans la région considérée, présentent une déformation régulière qu'on n'a pas rencontrée dans les terrains de nature à produire des influences locales sur la boussole : dans ce dernier cas, en effet, les résultats sont discordants et il n'est guère possible de les représenter par des courbes. Le phénomène tout à fait inattendu mis en évidence par cette première série d'observations semble avoir une cause plus générale, dont la nature reste à déterminer. Je me propose d'en compléter l'étude très prochainement, en prolongeant vers le sud le réseau d'observation. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Recherches sur les phosphates doubles de titane, d'étain et de cuivre.* Note de M. L. **Ouvrard**, présentée par M. Troost.

« Après avoir préparé des phosphates doubles par l'action des phosphates alcalins sur les protoxydes ([1]), j'ai cherché à étendre cette réaction à quelques bioxydes. Nous avions d'ailleurs, M. Troost et moi, déjà étudié la zircone à ce point de vue.

» Mes recherches ont porté sur l'acide titanique et le bioxyde d'étain, auxquels j'ai joint l'oxyde de cuivre qui donne des produits absolument comparables.

([1]) *Comptes rendus*, t. CX, p. 1333.

» *Titane.* — L'acide titanique dissous dans le *métaphosphate de potasse* fondu donne deux sortes de produits :

» 1. En employant relativement peu d'acide titanique et par un refroidissement très lent, on obtient un phosphate d'acide titanique, PhO^5, TiO^2, en cubo-octaèdres sans action sur la lumière polarisée, de même composition et de même forme cristalline que le produit obtenu par MM. Hautefeuille et Margottet dans l'action de l'acide phosphorique sur l'acide titanique.

» 2. En augmentant la quantité d'acide, on obtient un phosphotitanate de potasse, $3PhO^5$, $4TiO^2$, KO, en petits cristaux presque cubiques, mais très biréfringents, isomorphes du sel correspondant de soude que nous allons décrire plus loin.

» Le *pyro* et l'*orthophosphate de potasse* donnent un phosphate basique d'acide titanique et de potasse, PhO^5, $2TiO^2$, KO, dont la formule a été vérifiée par un grand nombre d'analyses, et dans lequel on doit probablement considérer l'acide titanique comme combiné d'une part à l'acide phosphorique pour donner un phosphate tribasique, et d'autre part comme formant avec la potasse un titanate neutre.

» Ce sel se présente en gros cristaux simulant des octaèdres réguliers ou des rhomboèdres fortement basés; mais, d'après les propriétés optiques, ce sont des cristaux biaxes, à axes très écartés, peu biréfringents, probablement clinorhombiques (1).

» En faisant varier les proportions d'acide titanique, on peut obtenir une cristallisation de ce dernier, sous forme de rutile aciculaire semblable à celui que l'on obtient par fusion de l'acide titanique dans diverses substances.

» L'addition de chlorure de potassium en excès, au mélange fondu, détermine aussi la formation de rutile au lieu du phosphate double, dont il se distingue d'ailleurs très aisément.

» Par fusion de l'acide titanique dans le *métaphosphate* de soude, Rose avait obtenu des cristaux quadratiques qu'il rapportait à l'anatase; Knop avait préparé dans les mêmes conditions un phosphate d'acide titanique PhO^5, TiO^2, et enfin Wunder avait obtenu un phosphotitanate de soude $3PhO^5$, $4TiO^2$, NaO en rhomboèdres.

» Nous avons obtenu les deux derniers produits, en faisant varier convenablement les proportions d'acide titanique; quant à l'anatase, nous ne l'avons pu préparer, mais toujours nous avons obtenu, à sa place, du rutile aciculaire.

» Le phosphate $3PhO^5$, $4TiO^2$, NaO se présente en rhomboèdres de 91°22′, très biréfringents, à extinctions suivant les diagonales (d'après la détermination de M. L. Bourgeois).

» Le *pyro* et l'*orthophosphate* de soude nous ont donné un autre sel double $4PhO^5$, $3TiO^2$, 6NaO, en prismes striés, généralement maclés, à extinctions longitudinales.

» *Étain.* — Le bioxyde d'étain va nous fournir, parallèlement à l'acide titanique, un certain nombre de produits.

» Le *métaphosphate de potasse* donne le sel $3PhO^5$, $4SnO^2$, KO, isomorphe du sel

(1) Détermination de M. Léon Bourgeois.

correspondant d'acide titanique. Nous n'avons pas constaté la formation de cassitérite.

» Le *pyro* et l'*orthophosphate* potassiques donnent le phosphostannate

$$PhO^5, 2SnO^2, KO,$$

sur la constitution duquel nous pouvons répéter ce que nous avons dit sur le produit correspondant d'acide titanique. La forme cristalline est la même, mais les octaèdres sont beaucoup plus biréfringents.

» Le *métaphosphate de soude* avait fourni à Knop deux sortes de cristaux, les uns renfermant PhO^5, SnO^2, les autres $PhO^5, 2SnO^2$. De son côté, Wunder avait obtenu les sels $3PhO^5, 4SnO^2, NaO$ et PhO^5, SnO^2, NaO. Nous avons pu obtenir ces divers phosphates, sauf $PhO^5, 2SnO^2$.

» Le *pyro* et l'*orthophosphate de soude* nous ont donné un nouveau sel double, $4PhO^5, 3SnO^2, 6NaO$, en petits prismes très nets, à extinctions longitudinales, fortement biréfringents.

» *Cuivre*. — Nous plaçons ici le cuivre, parce qu'il donne des produits tout à fait analogues à ceux des bioxydes précédents.

» L'oxyde de cuivre ou son carbonate donnent avec le *métaphosphate de potasse* le phosphate $3PhO^5, 4Cu^2O^2, KO$. Larges lamelles bleu verdâtre, présentant deux séries d'extinctions formant des angles différents avec le plan de polarisation; deux axes optiques assez écartés, prismes probablement anorthiques, aplatis suivant g_1.

» Le *pyrophosphate de potasse* donne un produit qui cristallise avec quelque difficulté, répondant à la formule $PhO^5, 2CuO, KO$; prismes bleu clair, à extinctions obliques, système indéterminé.

» Les chlorures alcalins ajoutés au mélange réagissent en donnant des produits complexes, sur lesquels nous reviendrons dans un Mémoire plus étendu.

» L'*orthophosphate de potasse* donne, avec peu d'oxyde, le produit précédent. Si l'on augmente la quantité d'oxyde de cuivre employé, on ne tarde pas à voir se former à la surface du bain et sur les parois du creuset des cristaux assez volumineux, qui, une fois isolés, sont des octaèdres rouges, transparents, de sous-oxyde de cuivre Cu^2O, identiques comme forme cristalline à la *cuprite* déjà obtenue par divers expérimentateurs.

» Le *métaphosphate de soude* nous a fourni, ainsi qu'à M. Wallroth, le sel $2PhO^5, 3CuO, 3NaO$ ou $4PhO^5, 3Cu^2O^2, 6NaO$, en prismes dichroïques, bleu et bleu lavande, probablement clinorhombiques.

» Avec un excès d'oxyde de cuivre, on obtient le phosphate $PhO^5, 2CuO, NaO$ que donne aussi le *pyrophosphate de soude;* prismes brisés, groupés suivant deux directions rectangulaires, extinctions obliques.

» Le *phosphate trisodique* fournit un mélange de protoxyde et de sous-oxyde de cuivre, mêlés de matière amorphe.

» En résumé, les bioxydes et l'oxyde de cuivre sont caractérisés par des sels doubles de la forme $3PhO^5, 4MO^2, NaO$ et $4PhO^5, 3MO^2, 6NaO$. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Recherches sur la dispersion dans les composés organiques (éthers-oxydes).* Note de MM. **Ph. Barbier** et **L. Roux.**

« Nous avons étudié, dans une précédente Note ([1]) les pouvoirs dispersifs des alcools de la série grasse. Poursuivant nos recherches sur la dispersion dans les composés organiques, nous avons l'honneur de présenter à l'Académie les résultats fournis par l'étude des éthers-oxydes :

» I. *Oxydes à radicaux forméniques.*

	Oxydes.	$t°$.	n_b.	n_r.	$n_b - n_r$	B.	$\frac{B}{d}$.	$\frac{B}{d}$ M. Observé.	$\frac{B}{d}$ M. Moyennes.
En C^4	O. d'éthyle..........	19°,6	1,3590	1,3501	0,0089	0,3583	0,4990	36,93	36,62
	O. de méthyle-propyle..	19,6	1,3635	1,3547	0,0088	0,3543	0,4907	36,31	
En C^5	O. d'éthyle-propyle....	19,7	1,3756	1,3664	0,0092	0,3704	0,5159	45,40	44,8[illegible]
	O. de méthyle-isobutyle.	19,2	1,3738	1,3647	0,0091	0,3664	0,5028	44,24	
En C^6	O. d'éthyle-isobutyle..	20,4	1,3817	1,3723	0,0094	0,3784	0,5135	52,38	52,48
	O. de propyle.........	19,6	1,3880	1,3785	0,0095	0,3825	0,5140	52,44	
	O. de méthyle-isoamyle.	19,5	1,3913	1,3817	0,0096	0,3865	0,5160	52,63	
En C^7	O. d'éthyle-isoamyle...	20,4	1,3973	1,3875	0,0098	0,3945	0,5191		60,22
En C^9	O. d'isobutyle-isoamyle.	19,6	1,4075	1,3973	0,0102	0,4107	0,5368		77,30
En C^{10}	O. d'isoamyle.........	19,1	1,4162	1,4058	0,0104	0,4187	0,5396		85,25

» L'examen de ces nombres conduit aux résultats suivants :

» 1° Les pouvoirs dispersifs B et les pouvoirs dispersifs spécifiques $\frac{B}{d}$ augmentent avec le poids moléculaire;

» 2° Leurs valeurs sont à très peu près les mêmes pour les différents isomères de même condensation en carbone;

» 3° Lorsqu'on passe d'un composé à l'homologue supérieur, l'introduction de CH^2 dans la molécule provoque un accroissement de pouvoir dispersif spécifique moléculaire égal à 8,2 environ.

» On a donc, entre le pouvoir dispersif, la densité et le poids moléculaire, une relation de la forme

$$\left(\frac{B}{d} - b\right) M = a.$$

([1]) *Comptes rendus*, t. CX, p. 1071.

a et b étant deux constantes qui ont respectivement pour valeurs

$$a = -6,443, \qquad b = +0,5790.$$

» Il existe enfin, entre le pouvoir dispersif et le volume moléculaire, dans le cas des oxydes comme dans celui des alcools, la relation

$$(B - \beta)\left(\frac{M}{d}\right)^{\frac{1}{3}} = K,$$

β et K étant deux constantes ayant pour valeurs

$$\beta = +0,6626, \qquad K = -1,44.$$

» II. *Oxydes renfermant le radical allyle.*

Oxydes.	$t°$.	n_b.	n_r.	$n_b - n_r$.	B.	$\frac{B}{d}$.	$\frac{B}{d}$ M.
En C^4. O. de méthyle-allyle..	21,9	1,3875	1,3756	0,0119	0,4791	0,6222	44,80
En C^5. O. d'éthyle-allyle	19,0	1,3966	1,3847	0,0119	0,4791	0,6206	53,37
En C^6. O. de propyle-allyle..	21,7	1,4052	1,3935	0,0117	0,4711	0,6055	60,55

» On voit que cette série présente une particularité intéressante : au lieu de varier avec le poids moléculaire, le pouvoir dispersif B et le pouvoir dispersif spécifique $\frac{B}{d}$ possèdent des valeurs *sensiblement constantes*. En outre, si l'on compare ces oxydes aux composés de même condensation en carbone, on remarque que le pouvoir dispersif augmente, lorsque la teneur en hydrogène diminue. Ce dernier résultat est conforme à ce que nous avions observé en étudiant d'autres séries.

» III. *Oxydes renfermant le radical benzyle.*

Oxydes.	$t°$.	n_b.	n_r.	$n_b - n_r$.	B.	$\frac{B}{d}$.	$\frac{B}{d}$ M.
O. de méthyle-benzyle	19,2	1,5205	1,4985	0,0220	0,8857	0,9159	111,75
O. d'éthyle-benzyle.........	19,0	1,5119	1,4910	0,0209	0,8414	0,8820	119,96
O. de propyle-benzyle......	19,6	1,5076	1,4878	0,0198	0,7971	0,8517	127,75
O. d'isobutyle-benzyle.....	19,3	1,5043	1,4851	0,0192	0,7730	0,8330	136,61
O. d'isoamyle-benzyle......	18,2	1,5002	1,4817	0,0185	0,7448	0,8114	144,42

» En examinant les nombres qui précèdent, on voit que, contrairement à ce qui se passe pour les oxydes de la série grasse, le pouvoir dispersif diminue à mesure que le poids moléculaire augmente. Mais, quand on passe d'un terme de la série au terme suivant, l'addition de CH^2 à la molécule produit une variation du pouvoir dispersif spécifique moléculaire égale, comme dans le cas des oxydes gras, à 8,2 environ.

» Dans cette série, comme dans celle des oxydes de la série grasse, le pouvoir dispersif, la densité et le poids moléculaire sont liés par l'équation

$$\left(\frac{B}{d} - b\right) M = a,$$

avec

$$a = +40,87 \qquad \text{et} \qquad b = +0,5834.$$

» Enfin on a, entre le volume moléculaire et le pouvoir dispersif, la relation

$$B\left(\frac{M}{d}\right)^{3} = K,$$

K étant une quantité constante dont la valeur est égale à 4,4 environ.

» IV. *Relation entre les pouvoirs dispersifs spécifiques moléculaires des oxydes alcooliques et ceux de leurs générateurs.* — Le pouvoir dispersif spécifique moléculaire d'un oxyde alcoolique est égal à la somme algébrique des pouvoirs dispersifs spécifiques moléculaires de ses composants. Si nous représentons deux alcools par les symboles ROH et R′OH, la formation de l'éther-oxyde est exprimée par l'équation

$$\begin{matrix} R \\ R' \end{matrix}\!\!>\!O = ROH + R'OH - H^2O.$$

» On a, entre ces diverses quantités, la relation générale

$$\frac{B}{d} M = \Sigma \frac{B'}{d'} M';$$

de telle sorte que le pouvoir dispersif spécifique moléculaire d'un oxyde s'obtient en retranchant le pouvoir dispersif spécifique moléculaire de l'eau, de la somme des pouvoirs dispersifs spécifiques moléculaires des deux alcools générateurs.

» Si nous prenons comme exemple le cas de l'oxyde d'éthyle-benzyle, le calcul est le suivant :

$\frac{B'}{d'}$ M′ (alcool éthylique)...........	20,46
» (alcool benzylique).........	104,70
Total...........	125,16
» (eau).....................	6,21
Différence......	118,95

» Or l'observation directe donne, pour l'oxyde d'éthyle-benzyle

$$\frac{B}{d} M = 119,96.$$

» Cette relation se vérifie avec tous les oxydes que nous avons soumis à l'observation spectrométrique ([1]). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques hydrates d'éthers simples.* Note de M. **Villard.**

« Je me suis proposé de chercher si des éthers autres que le chlorure et le bromure de méthyle ne pourraient pas former avec l'eau des composés cristallisés.

» J'ai soumis à l'expérience l'iodure de méthyle, les chlorure, bromure et iodure d'éthyle, enfin les fluorures de méthyle et d'éthyle. Le bromure et l'iodure d'éthyle seuls ne m'ont pas donné de résultat. Avec les autres corps j'ai obtenu, en présence de l'eau, des cristaux incolores pouvant être conservés aussi longtemps qu'on le veut à des températures supérieures à 0°; leur formation a lieu dans les conditions que nous avons indiquées, M. de Forcrand et moi ([2]), au sujet des hydrates de chlorure de méthyle et d'hydrogène sulfuré. La présence d'une petite quantité de glace est nécessaire pour amorcer, en quelque sorte, la réaction, qui peut alors se continuer au-dessus de 0°, accompagnée d'une absorption de gaz.

» *Hydrate de fluorure d'éthyle.* — Le gaz, préparé suivant le procédé indiqué par M. Moissan ([3]), a été introduit avec un peu d'eau dans l'appareil de M. Cailletet. Le tube de verre, lavé avec le gaz, a été rempli par déplacement sur le mercure. En comprimant, le fluorure liquéfié, plus léger que l'eau, apparaissait au-dessus de celle-ci, et il ne restait au sommet du tube qu'une très petite bulle d'air. Dans ces conditions, même à 0°, l'hydrate ne se forme pas. On l'obtient même vers + 12° ou + 15°, par compression suivie d'une détente amenant la formation d'un peu de glace. Comprimant de nouveau, on voit se former une masse de cristaux inco-

([1]) Faculté des Sciences de Lyon, laboratoire de Chimie générale.

([2]) *Comptes rendus,* t. CVI, p. 939; 1888.

([3]) *Annales de Chimie et de Physique,* t. XIX, 6e série, p. 266.

lores : on peut faire disparaître ainsi toute la couche de gaz liquéfié, d'autant plus rapidement que la température est plus basse.

» J'ai pu conserver ces cristaux pendant plus de douze heures, sous pression, à la température du laboratoire. Ce n'est donc certainement pas de la glace, mais bien un hydrate solide de fluorure d'éthyle qui se forme dans ces conditions.

» J'ai obtenu également ce composé dans une ampoule en verre, renfermant le gaz en présence d'un peu d'eau et reliée à un manomètre à air libre. Il est alors nécessaire, pour que les cristaux se forment, de refroidir un point de la surface du verre au-dessous de 0°, pendant quelques instants.

» La production de l'hydrate est alors accompagnée d'une absorption de gaz facile à constater. Le niveau du mercure baisse dans le tube manométrique et se fixe pour chaque température à une hauteur qui donne, avec plus de précision que le manomètre métallique de l'appareil de M. Cailletet, la tension de dissociation de l'hydrate.

» J'ai pu mesurer ainsi les tensions correspondant aux températures inférieures à + 5°, 2; au-dessus de cette température, je me suis servi du manomètre métallique. J'ai ainsi obtenu les résultats suivants :

Températures.	Pressions en atmosphères.	Températures.	Pressions en atmosphères.
0°	0,7	+ 12°,5	4
+ 2	0,9	+ 15,5	5
+ 3,7	1,0	+ 18,0	7
+ 5,2	1,3		

Enfin l'hydrate se détruit, même sous de fortes pressions, à + 22°, 8.

» *Hydrate de fluorure de méthyle.* — Le gaz a été préparé par le même procédé que le fluorure d'éthyle. Il a donné, dans les mêmes conditions, un composé incolore, cristallisé, se détruisant à + 18°, 8 et présentant les tensions de dissociation suivantes :

Températures.	Pressions en atmosphères	Températures.	Pressions en atmosphères
0°	2,1	13,2	12,5
5,3	3,5	14,2	15,0
8,5	5,5	15,8	19,5
10,4	7,5		

» La tension à 0° a été mesurée au moyen du manomètre à air libre.

» *Hydrate de chlorure d'éthyle.* — Cet hydrate se forme facilement à 0°

en présence d'un peu de glace. Mais il présente une particularité remarquable, celle de ne se conserver au-dessus de 0° que si un gaz inerte, tel que l'hydrogène, ou l'air, est mélangé à la vapeur de chlorure d'éthyle. Dans un tube scellé, dont l'air a été préalablement chassé par l'ébullition de l'éther, l'hydrate paraît se former, mais se détruit dès que la température s'élève au-dessus de 0°. Au contraire, dans un tube renfermant de l'air, j'ai pu conserver les cristaux formés, à une température variant de + 2° à + 4°, pendant plusieurs jours. Détruits presque complètement par une élévation de température, les cristaux se reforment rapidement si l'on plonge le tube dans l'eau refroidie à + 3° ou + 3°,5. J'ai ainsi obtenu des aiguilles de 2^{mm} ou 3^{mm} de longueur. J'ai répété la même expérience dans une atmosphère d'hydrogène : le résultat a été identique.

» En répétant l'expérience dans un réservoir en verre soudé à un manomètre à air libre, j'ai pu constater que la formation des cristaux déterminait une notable diminution de pression. A 0° par exemple, la pression totale de l'air saturé de vapeur de chlorure d'éthyle étant 1254^{mm} de mercure, si, par un refroidissement momentané, on provoque la formation des cristaux, le mercure baisse et la pression devient bientôt égale à 1021^{mm} seulement. Un phénomène analogue se produit à chaque température. Il semble donc qu'il s'est formé réellement un hydrate très instable de chlorure d'éthyle.

» Au-dessus de + 5°, ce composé se détruit, même sous une pression de 2^{atm}.

» *Hydrate d'iodure de méthyle.* — Il se forme dans les mêmes conditions que le précédent; dans l'air ou l'hydrogène, il se détruit seulement à + 4°,8. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide oxygluconique.* Note de M. L. **Boutroux**, présentée par M. Pasteur. (Extrait.)

« M. Émile Fischer a récemment montré (*Ber. der deut. ch. Gesell.*, t. XXIII, p. 937) qu'on peut remplacer, dans les acides dérivés des sucres, la fonction acide par la fonction aldéhyde, en traitant par l'amalgame de sodium les lactones de ces acides. Appliquant cette méthode à l'acide saccharique, il a obtenu un acide qui réduit fortement la liqueur de Fehling. En l'évaporant dans le vide, il n'a pu l'amener à l'état cristallisé, mais seulement à l'état sirupeux. Cet acide, dit-il, présente la plus grande analogie avec l'acide glucuronique.

» Or, j'ai obtenu, par l'oxydation du glucose ou de l'acide gluconique [1] au moyen d'une bactérie, un acide qui possède les quelques propriétés observées par M. Fischer dans le produit de la réduction de l'acide saccharique. Je lui ai donné le nom d'*acide oxygluconique*. Il est naturel de penser que la réduction de l'acide saccharique donne le même acide aldéhyde que l'oxydation de l'acide gluconique. Je suis donc très porté à croire que le corps obtenu par M. Fischer est l'acide oxygluconique. La comparaison des deux corps est facile à faire, en tenant compte de la description que j'ai donnée de l'acide oxygluconique dans ma première Note. J'ajouterai à cette description quelques données nouvelles.

» Cet acide est lévogyre. Rapporté à la formule $C^{12}H^{10}O^{14}$, son pouvoir rotatoire est $[\alpha]_D = -14°,5$ pour des solutions contenant environ 2^{gr} d'acide dans 100^{cc} de solution.

» J'ai obtenu à l'état cristallisé, outre les sels de chaux, strontiane et cadmium, déjà sommairement décrits, le sel de plomb, qui se présente en petits cristaux d'un blanc jaunâtre, de forme irrégulière. Au microscope, ces cristaux ont des formes très variées; la plus ordinaire est celle d'épaisses plaques triangulaires obtusangles, ayant les sommets tronqués par des modifications plus ou moins développées. Ce sel est très peu soluble dans l'eau. Cependant les solutions d'oxygluconates ne précipitent pas toujours par l'acétate de plomb, ce qui s'explique facilement, tous les oxygluconates cristallisés manifestant une tendance prononcée à la sursaturation.

» J'ai donné, dans ma Note de 1886, des analyses de sels qui conduisaient, pour l'acide, à la formule empirique $C^{12}H^{12}O^{16}$; mais il est évident que cette formule peut contenir de l'eau en trop, puisque rien ne peut indiquer si les sels analysés étaient anhydres. Dans un Mémoire que j'ai publié plus tard sur le même sujet [2], après avoir montré le caractère d'acide aldéhyde que présente l'acide oxygluconique, je lui ai attribué la formule $C^{12}H^{10}O^{14}$, ou $C^{12}H^2(H^2O^2)^4(O^2-)(O^4)$.

» Les corps que j'ai analysés peuvent être représentés par les formules suivantes :

Acide oxygluconique desséché dans le vide à froid.	$C^{12}H^{10}O^{14} + 4HO$
Oxygluconate de chaux..........................	$C^{12}H^{9}CaO^{14} + 3HO$
» de strontiane..........................	$C^{12}H^{9}SrO^{14} + 3HO$
» de plomb..........................	$C^{12}H^{9}PbO^{14} + 2HO$
» de cadmium..........................	$C^{12}H^{9}CdO^{14} + 2HO$

(1) *Comptes rendus*, t. CII, p. 924; 1886, et CIV, p. 369.

(2) *Annales de l'Institut Pasteur*, t. II, p. 309; 1888.

» La formule $C^{12}H^{10}O^{14}$ est déjà celle de l'acide glucuronique; mais l'acide oxygluconique est certainement différent de ce dernier. En effet :

» 1° L'acide glucuronique, en solution aqueuse, donne, quand on l'évapore par l'action de la chaleur, un anhydride en grands cristaux brillants fusibles à 167°. L'acide oxygluconique, évaporé au bain-marie, ne fournit qu'un sirop brun, devenant de plus en plus noir.

» 2° L'acide glucuronique est dextrogyre; l'acide oxygluconique est lévogyre.

» 3° L'acide glucuronique est insoluble dans l'alcool; l'acide oxygluconique y est très soluble.

» 4° M. Thierfelder, qui a étudié l'acide glucuronique [1], a obtenu les glucuronates de potasse et de soude cristallisés, et n'a pu faire cristalliser ceux de cadmium et de chaux. Au contraire, je n'ai pas pu faire cristalliser les oxygluconates de potasse et de soude, tandis que ceux de cadmium et de chaux cristallisent très facilement.

» Malgré ces différences, l'acide oxygluconique se rapproche beaucoup de l'acide glucuronique, par sa double fonction d'acide monobasique et d'aldéhyde. C'est pourquoi, tout en présentant beaucoup d'analogie avec l'acide glucuronique, l'acide obtenu par M. Fischer, dans la réduction de l'acide saccharique, peut bien être identique avec l'acide oxygluconique. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur la recherche des impuretés contenues dans l'alcool.* Note de M. **Ed. Mohler**, présentée par M. Troost.

« Un grand nombre de réactions ont été indiquées pour la recherche des impuretés contenues dans l'alcool. L'action de l'acide sulfurique, celle du bisulfite de rosaniline, de l'acétate d'aniline et du permanganate de potasse sont considérées comme donnant les meilleurs résultats.

» Nous avons fait des solutions au $\frac{1}{1000}$ dans l'alcool éthylique à 50° des différents produits qui sont contenus dans l'alcool ou qui y sont ajoutés, et nous les avons soumises à l'action de ces réactifs. Nous considérons que tel réactif, n'agissant pas sur les solutions de cette concentration, doit être déclaré impropre, dans la pratique de l'analyse, à déceler l'impureté sur laquelle il n'aura pas eu d'action. Voici les résultats :

» *Acide sulfurique.* — La proportion maxima d'acide sulfurique à employer est de 10^{cc} d'acide pour 10^{cc} d'alcool. Au-dessus de cette quantité,

---

(1) *Zeit. f. phys. Ch.*, 1887, p. 388, et *Bull. Soc. Chim.*, XLIX, p. 317.

l'alcool pur se colore; au-dessous, la sensibilité de la réaction est diminuée dans de très grandes proportions.

» Le Tableau suivant donne, en degrés Savalle, l'intensité de coloration obtenue avec les différentes solutions au $\frac{1}{1000}$ que nous avons préparées; il indique la teneur limite des solutions donnant encore une légère coloration, et fait ressortir que l'intensité de la coloration n'est pas proportionnelle à la teneur en impuretés :

Produits dissous dans l'alcool.	Degrés Savalle correspondant aux solutions contenant par litre			Teneur limite par litre des impuretés donnant encore une coloration appréciable.
	1gr.	0gr,500.	0gr,225.	
	o	o	o	gr
Furfurol	noir intense	noir	gris	0,010
Aldéhyde isobutylique	9	3	$\frac{1}{4}$	0,125
Paraldéhyde	8	4	$\frac{1}{2}$	0,125
Aldéhyde propionique	7	2,5	$\frac{1}{4}$	0,250
» œnanthylique	5	2,5	traces de coloration	0,250
» valérianique	5	1	»	0,250
» éthylique	3	3	$\frac{1}{2}$	0,125
» méthylol	2,5	traces de coloration	»	0,500
» acétol	1,5	»	»	0,500
Alcool caprylique	7	3	$\frac{1}{2}$	0,050
» isobutylique	6	2,5	$\frac{1}{4}$	0,125
» heptylique	4	traces de coloration	»	0,500
» amylique	2	»	»	0,500
Acétate d'amyle	3	»	»	0,250

» Les solutions au $\frac{1}{1000}$ d'aldéhyde butyrique, d'acétone, d'alcool propylique, isopropylique, butylique normal, méthylique, d'acétate, propionate, butyrate, isobutyrate, valérianate, caproate, œnanthylate, sébate, benzoate et salicylate d'éthyle n'ont donné aucune coloration.

» Il résulte du Tableau précédent que cette réaction ne peut servir à doser les impuretés qui sont contenues dans l'alcool, et qu'elle n'est bonne qu'à déceler, dans les limites qui viennent d'être indiquées, les produits colorables par l'acide sulfurique.

» *Bisulfite de rosaniline.* — Les proportions relatives d'acide sulfurique

et de bisulfite de soude qui entrent dans la composition de ce réactif, ont une très grande action sur sa sensibilité. Avec peu d'acide, le réactif se colore même avec l'alcool pur, tandis qu'une grande proportion d'acide sulfurique et de bisulfite de soude fait qu'une solution au $\frac{1}{1000}$ d'aldéhyde éthylique ne donne plus aucune coloration.

» Nous avons trouvé que le réactif suivant, ne se colorant pas avec l'alcool éthylique pur, permet de déceler encore $\frac{1}{100000}$ d'aldéhyde :

Solution au $\frac{1}{1000}$ de fuchsine	30^{cc}
Bisulfite de soude à 34°B	20
Acide sulfurique	3
Eau distillée	200

» Ce réactif doit être employé de suite après sa préparation, dans la proportion de 4^{cc} pour 10^{cc} d'alcool à essayer.

» L'intensité de coloration maxima est obtenue après une demi-heure de digestion. On peut déceler, par litre d'alcool à 50° :

Aldéhydes éthylique, œnanthylique et acétate	$0^{gr},01$
Aldéhyde valérianique	0,02
Aldéhydes propionique et isobutyrique	0,05
Paraldéhyde de méthylate, furfurol, aldéhyde butyrique et acétone	0,50

» Les alcools et les éthers n'ont aucune action sur ce réactif.

» La méthode ne peut pas servir à la détermination quantitative des aldéhydes, car la coloration n'est pas proportionnelle à la teneur des aldéhydes ; cependant, en employant des solutions types dont la teneur se rapproche de celle de l'alcool à essayer, les résultats obtenus donnent une idée approchée de la proportion d'aldéhyde contenue dans l'échantillon.

» *Acétate d'aniline.* — L'acétate d'aniline, en solution acide, est bien le réactif particulier du furfurol ; son action a été négative sur la totalité de nos autres solutions d'aldéhydes, d'alcools et d'éthers.

» La coloration développée n'est pas grandement influencée par les proportions relatives d'acide acétique et d'aniline. Cependant cela n'est exact qu'à partir d'une certaine teneur en acétate d'aniline ; ainsi, en représentant par 1 l'intensité développée par 4 gouttes d'aniline et 1^{cc} d'acide acétique, 1,6 représente celle qui est développée par 10 gouttes d'aniline et 2^{cc} d'acide acétique cristallisables ajoutés à 10^{cc} d'alcool à essayer.

» Ces dernières proportions donnent les meilleurs résultats ; la coloration est maxima après une demi-heure de digestion.

» Le furfurol peut être ainsi dosé colorimétriquement. La réaction est

en outre excessivement sensible ; ainsi une solution au $\frac{1}{1000000}$, ne contenant par conséquent que 1^{mgr} de furfurol par litre d'alcool, donne une coloration très nette, et il est possible d'apprécier encore une trace de coloration avec les solutions ne contenant plus que $\frac{1}{10000000}$ de furfurol.

» *Permanganate de potasse.* — Lorsque l'on ajoute 2 à 3 gouttes de permanganate de potasse normal centime à 10^{cc} d'alcool éthylique pur, il faut environ deux minutes pour que la réduction soit complète.

» En remplaçant l'alcool éthylique par les solutions que nous avons préparées, on constate que, suivant la nature de ces solutions, la réduction est plus ou moins rapide, mais qu'il est impossible d'établir pratiquement aucune différenciation de ces corps d'après la vitesse de réduction du permanganate.

» Cependant, en opérant en liqueur acide, le permanganate est détruit par trois de nos solutions.

» Ce sont celles qui contiennent la paraldéhyde, l'aldéhyde isobutylique, l'alcool isobutylique. La réduction est si nette qu'il est possible d'arrêter, à une goutte près, l'addition de permanganate, dès que l'on a constaté une coloration de l'alcool, persistant quelques secondes.

» Nous avons trouvé que cette réduction était proportionnelle à la teneur en aldéhyde, qu'elle était indépendante de la concentration de l'alcool et du degré d'acidité du liquide. Tandis que les solutions d'aldéhyde éthylique au $\frac{1}{1000}$ ne possèdent aucune propriété réductrice instantanée, celles de paraldéhyde réduisent très fortement et instantanément le permanganate de potasse.

» Nous continuerons ce travail en déterminant les quantités de potasse absorbées par la saponification des éthers et la résinification des aldéhydes, ainsi que le pouvoir réducteur des aldéhydes sur le permanganate, après leur traitement à la potasse ([1]). »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur un nouveau procédé de détermination des matières minérales dans les sucres, à l'aide de l'acide benzoïque.* Note de M. E. Boyer.

« L'incinération directe des sucres pour la détermination des matières minérales est une opération longue et délicate, à laquelle on a substitué, dans l'analyse industrielle, le procédé empirique indiqué par Scheibler,

([1]) Ce travail a été fait au laboratoire municipal de Paris.

qui consiste à incinérer un poids connu de sucre, en présence d'acide sulfurique concentré et pur, jusqu'à obtention de cendres parfaitement blanches; il est généralement admis que, en déduisant le dixième du poids des cendres sulfatées, le nombre ainsi obtenu représente les matières minérales ou cendres. Plusieurs chimistes, notamment MM. Aimé Girard et Viollette, ont fait remarquer que cette correction était insuffisante, les cendres de sucre étant principalement formées de carbonates et de chlorures alcalins, et ont proposé de déduire $\frac{2}{10}$ du poids des cendres sulfatées pour obtenir les *matières minérales réelles* des sucres.

» On voit, en effet, par un calcul d'équivalents, que cette dernière correction se rapproche de la réalité.

» Le procédé qui fait l'objet de cette Note a l'avantage de supprimer toute correction, puisqu'il donne directement les matières minérales du sucre *à leur état naturel;* il consiste à opérer la carbonisation du sucre en présence d'un acide volatil, l'acide benzoïque. Pour faciliter le mélange de cet acide avec le sucre, il est préférable de l'employer en solution, et, à cause de sa faible solubilité dans l'eau, j'ai employé comme dissolvant l'alcool à 90° : 100^{cc} pour 25^{gr} d'acide benzoïque.

» Pour déterminer les matières minérales d'un sucre, on en pèse, dans une capsule de platine, 5^{gr} que l'on humecte avec 1^{cc} d'eau distillée; la capsule est chauffée doucement au-dessus d'un bec Bunsen pour caraméliser le sucre sans le carboniser, de manière que tout le charbon soit formé ultérieurement en présence de l'acide benzoïque. L'addition d'eau rend cette manipulation facile. On ajoute ensuite 2^{cc} de la solution alcoolique benzoïque, soit 0^{gr},5 d'acide, et l'on évapore au bain de sable en chauffant d'abord doucement jusqu'à volatilisation complète de l'alcool, puis en élevant la température pour amener la carbonisation.

» L'acide benzoïque décomposé dégage d'abondantes vapeurs qui boursouflent la matière sucrée, surtout si l'on a la précaution d'imprimer un mouvement circulaire à la capsule; on continue le chauffage jusqu'à ce que tout l'acide benzoïque soit volatilisé.

» Le charbon obtenu est volumineux, d'un noir brillant. Pour en opérer la combustion, il suffit de disposer la capsule à l'entrée d'un fourneau à moufle, chauffé au rouge sombre; l'incinération est complète en une demi-heure environ; les cendres obtenues sont blanches, volumineuses.

» La capsule est pesée rapidement, après refroidissement, afin d'éviter l'absorption de l'humidité par les carbonates alcalins.

» Le poids obtenu représente les matières minérales de 5^{gr} de sucre.

» On peut remplacer l'acide benzoïque par le benzoate d'ammoniaque; mais, quel que soit le corps employé, on devra s'assurer préalablement qu'il ne laisse aucun résidu dans les conditions de l'analyse.

» Les résultats donnés par cette méthode ont été concordants et ont justifié la déduction de $\frac{2}{10}$ du poids des cendres sulfatées pour obtenir les matières minérales réelles des sucres de premier et second jet; en voici quelques-uns, comparés à l'incinération sulfurique, corrigée successivement avec les coefficients $\frac{1}{10}$ et $\frac{2}{10}$:

		Incinération sulfurique.		
Nature du sucre.	Incinération benzoïque.	Sans correction.	Correction de $\frac{1}{10}$.	Correction de $\frac{2}{10}$.
Blanc	0,06	0,08	0,07	0,06
Premier jet	0,73	0,90	0,81	0,72
Second jet	0,94	1,18	1,06	0,94
Mélange de divers sucres	1,81	2,25	2,03	1,80

» Par l'avantage de donner les matières minérales réelles directement, la méthode d'incinération des sucres que je viens de décrire permet de déterminer facilement la composition de ces matières; c'est aussi à ce dernier point de vue que j'ai cru utile de la faire connaître. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur les sources minérales de Cransac (Aveyron).* Note de M. **Ad. Carnot**, présentée par M. Daubrée.

« Les sources minérales de Cransac diffèrent de la plupart des autres sources minérales, à la fois par leur origine et par leur composition. Tandis que, d'ordinaire, les eaux minérales viennent d'une assez grande profondeur et arrivent au jour par des fractures du terrain dues à des phénomènes géologiques plus ou moins anciens, celles de Cransac, au contraire, trouvent à peu de distance de la surface la cause de leur minéralisation, et celle-ci peut s'expliquer assez simplement par des phénomènes superficiels.

» Les sources sont situées dans la vallée de Cransac (Aveyron), au pied et sur le versant de montagnes où viennent affleurer de puissantes couches de houille surmontées de schistes charbonneux et pyriteux. L'exploitation du combustible a donné lieu à des affaissements du sol et il s'est produit, dans la houille et dans les schistes, des incendies qui ont calciné les couches voisines. Aussi voit-on, à quelque distance au-dessus des sources, une bande de terrains rougeâtres, chargés d'oxyde de fer, que l'on appelle à

juste titre des *terrains brûlés*. Il existe encore, sur différents points de la montagne, des dégagements de vapeurs et des excavations creusées de main d'homme pour servir d'étuves aux malades.

» Les eaux météoriques, en filtrant ou séjournant au contact de ces terrains, se chargent de principes minéraux, qui sont, comme nous allons le voir, caractéristiques des sources de Cransac. Le régime des eaux est influencé, comme celui des sources d'eau ordinaire, par les phénomènes superficiels et surtout par la pluie, la neige, la sécheresse; il est aussi parfois affecté par des phénomènes souterrains, tels que les cassures et les affaissements de terrain qui peuvent résulter de l'exploitation de la houille.

» Des accidents de ce genre ont produit une diminution très sensible dans le débit des sources précédemment utilisées; mais plusieurs autres sources minérales ont été trouvées dans la même vallée, et, comme on a presque cessé d'exploiter les couches supérieures du bassin houiller, ces sources nouvelles pourront présenter désormais une certaine régularité de débit et de composition.

» Avant de chercher à les mettre en valeur, il fallait être fixé sur leur composition chimique. Les ingénieurs des Mines de l'arrondissement de Rodez, MM. de Castelnau et Rateau, nous ont donc demandé de faire l'analyse des eaux minérales de la vallée de Cransac, en nous donnant sur la situation topographique et géologique des sources des renseignements que nous mettons à profit dans cette Note.

» Les résultats des analyses, rapportés à 1^{lit} d'eau, peuvent être groupés de la manière suivante :

	Sources								
Éléments dosés.	du Fraysse n° 1.	du Fraysse n° 2.	Valette.	Galtié.	Euph^{ie} Galtié.	haute Albagnac.	basse Albagnac.	Roques.	Rouquette.
	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr
Silice.......	0,0250	0,0460	0,0300	0,0240	0,0062	0,0032	0,0032	0,0620	0,0320
$CaO, 2CO^2$...	0,0000	0,0000	0,0720	traces	0,0144	0,0315	0,0093	traces	traces
CaO, SO^3....	0,2757	0,6970	0,1156	0,8959	0,5950	0,5219	0,3604	1,0850	0,3910
MgO, SO^3....	0,4215	1,3113	0,2994	0,3120	0,4830	0,4470	0,2745	1,2460	0,3600
$Al^2O^3, 3SO^3$..	0,0087	0,2790	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0300	0,0230
$Fe^2O^3, 3SO^3$..	0,0017	0,0087	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	traces	traces
MnO, SO^3....	0,0127	0,1550	0,0019	0,0019	0,0038	traces	absence	0,0610	0,0197
CaO, AzO^5...	0,1435	0,0000	0,5380	0,2020	traces	0,2566	traces	0,0000	0,0000
KO, AzO^5....	0,3574	0,1720	0,0205	0,0272	0,0228	0,0160	0,0119	0,0300	0,1950
NaCl........	0,0778	0,0270	0,1044	0,0208	0,0626	0,0464	0,0278	0,0250	0,0990
LiCl.........	traces	traces	traces	traces	traces	traces	traces	traces	traces
Total....	1,3240	2,6960	1,1843	1,4863	1,1903	1,3251	0,6896	2,5390	1,1197

» On peut remarquer que, malgré la diversité de leur composition, qui doit être attribuée à celle des terrains traversés par les eaux, toutes ces sources ont des caractères communs.

» Les *carbonates* y font presque entièrement défaut; les sulfates, au contraire, y sont en quantité dominante.

» La présence des *sulfates* s'explique aisément comme conséquence de la décomposition des pyrites de fer contenues dans la houille et dans les schistes houillers lavés par les eaux météoriques. Quant au *fer* des pyrites, il ne se retrouve dans les sources qu'en proportion minime : la majeure partie a dû être peroxydée et remplacée par d'autres bases, pendant la filtration des eaux à travers des calcaires dolomitiques. Aussi trouve-t-on, dans toutes ces eaux, des proportions importantes de sulfates de *chaux* et de *magnésie* et, dans quelques-unes d'entre elles, des proportions très notables de sulfates de *manganèse* et d'*alumine*.

» Toutes les sources contiennent des *nitrates*, et ces sels, très rares dans les sources minérales d'origine profonde, se trouvent ici dans des proportions parfois remarquablement élevées. La cause en paraît devoir être cherchée dans la transformation de l'azote primitivement contenu dans la houille; la chaleur dégagée par les incendies souterrains peut avoir donné naissance à des sels ammoniacaux, qui ont vraisemblablement subi, dans les parties du sol perméables à l'air, la fermentation nitrique que MM. Schlœsing et Müntz ont si bien analysée dans le sol végétal. Peut-être y a-t-il aussi des nitrates provenant des substances azotées de la surface du sol.

» La présence du *chlorure de sodium* peut avoir ici une autre cause que dans les eaux minérales profondes. M. Rateau a signalé, en effet, que les vapeurs qui s'échappent encore aujourd'hui des terrains en feu de Cransac contiennent des chlorures ou de l'acide chlorhydrique libre.

» Il ne nous appartient pas d'émettre un avis sur la valeur thérapeutique des sources nouvelles de Cransac. Nous nous bornerons à faire un simple rapprochement entre leur composition actuelle et celle des anciennes sources, connues par des analyses faites à différentes époques [1].

» Les sulfates de chaux et de magnésie sont restés les sels dominants, comme ils l'étaient autrefois; le sulfate d'alumine est aujourd'hui en proportion beaucoup moindre, mais peut cependant encore jouer un rôle im-

[1] Ossian Henry, 1840; Bureau d'Essai de l'École des Mines, 1849; Jules Lefort, 1863.

portant dans certaines eaux, à cause de ses propriétés astringentes. Le sulfate de manganèse, déjà signalé autrefois et considéré comme ayant une action tonique, se trouve en quantité sensible dans quelques sources. La présence des nitrates de chaux et de potasse, qui doivent donner aux eaux des qualités diurétiques très prononcées, n'avait pas été ou avait été à peine indiquée précédemment.

» Enfin, la minéralisation assez variée des sources nouvelles permet d'augurer qu'elles pourront être utilisées pour des affections diverses, pourvu que chacune d'elles conserve une composition constante pendant une assez longue durée de temps. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur les combinaisons de l'hémoglobine avec l'oxygène.* Note de M. **Christian Bohr**, présentée par M. Chauveau.

« Les recherches que j'ai faites pendant plusieurs années sur les propriétés de l'hémoglobine m'ont permis de constater que, à côté de sa combinaison bien connue avec l'oxygène, l'oxyhémoglobine, il en existe au moins trois autres, qui, toutes, sont dissociables et ont le même spectre, mais ne renferment pas la même quantité d'oxygène. Quant aux combinaisons de l'hémoglobine avec l'acide carbonique, j'en ai également trouvé trois espèces analogues, qui diffèrent chacune par la teneur en acide carbonique, mais sont d'ailleurs très voisines; enfin l'hémoglobine peut se combiner à la fois avec l'oxygène et l'acide carbonique. Il suit de là, comme je l'exposerai dans une seconde Communication, qu'on obtient un nouveau point de vue pour la régularisation de l'échange gazeux respiratoire; car, comme on le verra, il faut admettre que le sang renferme les différentes combinaisons de l'hémoglobine en quantité variable, et que les proportions relatives de ces combinaisons peuvent varier dans un temps très court, même dans un seul passage à travers le système des vaisseaux capillaires, ce qui doit avoir une très grande influence sur les tensions qu'ont, à chaque instant, les gaz du sang. Il est tout naturel qu'un pareil système de régularisation soit influencé par des états pathologiques; je reviendrai plus loin sur ce point.

» Je me bornerai, dans ce résumé, à exposer dans un ordre schématique les résultats ci-dessus mentionnés, en les accompagnant de quelques exemples pris parmi les nombreuses expériences que j'ai faites pour éclaircir ces questions. La description des détails de ma méthode et de mes

expériences fera l'objet de quelques Mémoires qui paraîtront prochainement.

» *Combinaisons de l'hémoglobine avec l'oxygène.* — Outre l'oxyhémoglobine ordinaire qui, à la pression atmosphérique, renferme environ $1^{cc},50$ (mesurée à $0°$ et à 760^{mm}) [1], il existe, nous l'avons vu, entre l'hémoglobine et l'oxygène, d'autres combinaisons dissociables. Les combinaisons ont toutes ce caractère de commun, que leur courbe de dissociation, c'est-à-dire la courbe ayant pour abscisses les pressions de l'oxygène et pour ordonnées les quantités d'oxygène combinées avec 1^{gr} d'hémoglobine, présente la même forme; c'est une courbe continue qui tourne sa concavité vers l'axe des abscisses, et dont la plus forte courbure correspond à peu près à une pression de 10^{mm}.

» Nous examinerons maintenant de plus près les propriétés caractéristiques des différentes hémoglobines; leur analyse chimique, comme il est facile de le voir, présente du reste encore de grandes lacunes :

» 1. Comme je l'ai déjà dit dans un Mémoire antérieur [2], il y a une hémoglobine qui, à une pression d'oxygène de 150^{mm}, fixe $2^{cc},7$ d'oxygène, dans les mêmes circonstances où l'hémoglobine ordinaire, à la même pression, n'en fixe que $1^{cc},7$. Je n'ai pas réussi à préparer directement cette combinaison; elle apparaît de temps à autre accidentellement, comme résultat d'une préparation ordinaire d'hémoglobine, et je ne l'ai rencontrée jusqu'ici que dans des solutions à 1 pour 100. Son spectre est, par rapport à la situation des bandes d'absorption, identique à celui de l'hémoglobine ordinaire. Sa courbe de dissociation, qui a été déterminée par absorptimétrie, a la même forme que celle de l'oxyhémoglobine ordinaire. Le fer n'a pas été dosé.

» Cette combinaison d'hémoglobine, plus riche en oxygène, est désignée dans ce qui suit sous le nom d'*oxyhémoglobine* δ, pour la distinguer de l'oxyhémoglobine ordinaire, que nous appellerons *oxyhémoglobine* γ.

» 2. Si l'on fait sécher l'oxyhémoglobine ordinaire en l'étendant en couches minces sur des plaques de verre, et en l'exposant ensuite à un courant d'air rapide, on obtient une poudre cristalline (avec 15 pour 100 d'eau environ) qui est soluble dans l'eau. La dissolution, clarifiée par l'appareil centrifuge, donne, mesurée au spectromètre, des bandes d'absorption qui ont exactement la même situation que celles de l'oxyhémoglobine ordinaire; le spectre ne renferme pas de bandes de méthémoglobine. Mais l'hémoglobine séchée et redissoute, que nous appellerons *oxyhémoglobine* β, absorbe bien moins d'oxygène que l'hémoglobine primitive, comme le montre

(1) La quantité d'oxygène combiné varie un peu suivant la concentration de la dissolution. (Voir Bohr, *Experimentelle Untersuch. über die Sauerstoffaufnahme des Blutes*, Copenhague, 1885, p. 43.)

(2) *Loc. cit.*, p. 45.

l'exemple suivant. Une dissolution de cristaux humides d'hémoglobine a absorbé $1^{cc},3$ d'oxygène par gramme d'hémoglobine (326^{cc} par gramme de fer), tandis que la dissolution des mêmes cristaux, après séchage préalable de ces derniers, n'en a absorbé que $0^{cc},78$ (164^{cc} par gramme de fer).

» La teneur en fer de l'oxyhémoglobine β a été considérable (0,47 pour 100 environ), bien que la poudre cristalline séchée en renfermât une proportion moindre (0,38 pour 100 environ).

» La situation des bandes d'absorption des oxyhémoglobines β et γ est, comme nous l'avons dit, identique, mais la quantité de lumière absorbée par unité est moindre pour β et le *rapport d'absorption* de la lumière, par conséquent, plus grand. Cette dernière grandeur peut quelquefois croître dans le même rapport que l'absorption de l'oxygène diminue et, en pareil cas, le changement que subit l'hémoglobine, lorsqu'on la fait sécher et la redissout, passera inaperçu, si l'on n'emploie dans cette recherche que la pompe à mercure et le spectroscope.

» En déterminant par la méthode de M. Raoult le poids moléculaire d'une oxyhémoglobine et celui de la variété β correspondante, on trouve qu'ils sont identiques. La courbe de dissociation de l'oxyhémoglobine β déterminée par l'absorptimétrie a été trouvée analogue à celle de l'oxyhémoglobine γ.

» 3. Dans une série d'expériences que j'ai faites en collaboration avec M. Torup, nous avons déterminé la proportion d'oxygène contenue dans la poudre cristalline obtenue en faisant sécher à l'air les cristaux de l'oxyhémoglobine γ, et trouvé $0^{cc},37$ par gramme (hémoglobine α). Les méthodes que nous avons employées pour obtenir des cristaux non mélangés de méthémoglobine et l'évacuation complète des gaz seront décrites dans un prochain Mémoire.

» Il résulte de ce qui précède qu'on peut distinguer quatre oxyhémoglobines renfermant respectivement, par gramme, environ $0^{cc},4$, $0^{cc},8$, $1^{cc},7$ et $2^{cc},7$ d'oxygène dissociable. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Possibilité des injections trachéales chez l'homme, comme voie d'introduction des médicaments.* Note de **M. R. Botey**, présentée par M. Bouchard.

« Avant de présenter les expériences que j'ai faites à ce sujet, je rappellerai que la Médecine vétérinaire fut amenée par le hasard d'une expérience (Gohier) à se servir de cette voie pour l'introduction des médicaments. Collin constata la rapidité d'absorption, tout à fait remarquable, des liquides par les bronches et les vésicules pulmonaires, rapidité bien supérieure à celle de la muqueuse digestive. Le hasard aussi avait montré, chez l'homme, la possibilité de l'introduction de liquides sans grand dommage. Je rappellerai aussi le fait observé par Bichat, dans son service, d'un

liquide alimentaire injecté dans les voies aériennes, au lieu de l'être dans l'œsophage : aucun accident n'était survenu. Le professeur Bouchard avait abordé ce sujet, dans son Livre sur la Thérapeutique antiseptique, et rappelé les expériences thérapeutiques de Bergeon, présentées au Congrès de l'Association française pour l'avancement des Sciences, tenu à Rouen.

» Il étudia cette question dans des expériences pratiquées sur les lapins et constata l'innocuité de ces injections faites avec l'eau salée à 7 pour 1000 et naphtolée à $0^{gr},20$, pourvu que l'injection fût pratiquée lentement et que la quantité ne dépassât pas 10^{cc} par kilogramme et par heure. Quand la méthode sera mieux assise expérimentalement, dit le professeur Bouchard, elle pourra probablement être employée chez l'homme et rendre des services dans la bronchite diphtéritique du croup.

» C'est en partant de ces idées que je fis des expériences, d'abord sur des lapins, puis sur moi-même.

» *Expériences sur des lapins.* — Le poids des animaux était d'environ 2^{kg} : injection d'eau distillée de 1^{gr} sans inconvénient ; de 2^{gr} avec quelques troubles respiratoires, bientôt dissipés ; de 3^{gr} avec troubles beaucoup plus graves. Ces animaux furent sacrifiés et, à l'autopsie, je ne trouvai aucune altération des voies respiratoires.

» Chez un lapin un peu plus petit, la mort survint par l'injection de 4^{gr} d'eau ; elle apparut très vite et, à l'autopsie, les poumons étaient lourds, œdémateux, congestionnés, et les bronches remplies d'écume sanguinolente.

» J'injectai ensuite, sur trois grands lapins, des liquides caustiques (du nitrate d'argent à $\frac{1}{2}$ pour 100 ou du bichromate de potasse à $\frac{1}{2}$ pour 100) à la dose de $0^{gr},5$ sans grand inconvénient, tandis que l'injection dans l'œsophage et l'estomac était suivie d'accidents très sérieux.

» *Expériences faites sur moi-même.* — Ayant l'habitude de me laryngoscopiser et supportant facilement l'introduction de divers instruments dans le larynx, je décidai de pratiquer sur moi-même des expériences, après avoir anesthésié mon larynx au moyen d'une solution de chlorhydrate de cocaïne au dixième. Après application du miroir, j'introduisis une seringue de 25^{cc} de capacité, pourvue d'une longue canule très fine et convenablement courbée, puis j'injectai dans la trachée, peu à peu, en dirigeant le liquide le long des parois, un peu moins de la moitié du contenu de la seringue (10^{gr}) d'eau distillée. Je ne ressentis rien d'anomal, pas même la moindre toux. Les jours suivants, j'injectai la seringue, c'est-à-dire 25^{gr}, sans éprouver ni toux ni malaise ; seulement le nombre des respirations était de 17 au lieu de 21, le nombre des pulsations de 74 au lieu de 82.

» Trois jours plus tard, j'injectai 37^{gr} d'eau stérilisée et distillée, sans le moindre malaise. Enfin, au bout de huit jours, je versai, coup sur coup, le contenu de deux seringues, sans toux ni gène respiratoire ; seulement, le nombre des pulsations et des respirations baissa pendant quelques heures.

» Je ne dépassai pas la dose, mais je suis convaincu que j'aurais pu, en le faisant avec précaution, injecter une bien plus grande quantité de liquide.

» *Expérience sur le malade.* — Chez une femme de ma consultation gratuite, atteinte d'une syphilis laryngo-trachéale, j'injectai 12^{gr} d'une solution iodurée au centième; il y eut de la toux, le larynx n'ayant pas été anesthésié.

» Deux jours après, injection de 15^{gr}, après anesthésie, sans provoquer le moindre réflexe. Quelques jours plus tard, injection tous les deux jours de 25^{gr} de cette solution, à laquelle j'ajoutai $0^{gr},01$ de bichlorure par 100^{gr} d'eau; chaque injection contenait $0^{gr},25$ d'iodure et $2^{mgr},5$ de bichlorure.

» Je répétai ces injections dix-sept fois de suite; la malade les supporta fort bien et elle guérit de son affection, jusqu'alors rebelle à un traitement interne très énergique. Chaque fois, le nombre des respirations tombait de 23 à 18, pendant quelques heures.

» Je n'ai pas fait d'expériences en traversant la trachée : à la suite d'essais sur le cadavre, je suis convaincu que l'on pourrait traverser sans inconvénient la paroi antérieure sans blesser la paroi postérieure; mais ces expériences ne devraient pas être tentées à une consultation externe. »

CHIRURGIE. — *Réclamation de priorité au sujet de la craniectomie.* Note de M. **Guéniot**, présentée par M. Verneuil.

« Le 5 novembre 1889, en présentant à l'Académie de Médecine un enfant microcéphale dont les sutures et les fontanelles paraissaient oblitérées, je crois avoir formulé, le premier et de la manière la plus explicite, l'idée de la *craniectomie*. C'est, en effet, dans les termes suivants que j'exposai mes vues à ce sujet :

» Aujourd'hui que la chirurgie cranienne, grâce aux pratiques antiseptiques, est devenue d'une réelle bénignité, ne pourrait-on pas concevoir une opération libératrice qui permettrait à l'encéphale de prendre, au moins en partie, son expansion naturelle? Ce n'est pas ici le lieu de discuter cette grave question. Mais, dans ma pensée, la création d'une sorte de réseau membraneux, propre à remplacer les fontanelles et les sutures oblitérées, ne serait pas absolument au-dessus des ressources de l'art. C'est à l'aide d'opérations successives, pratiquées à de longs intervalles, que je comprends la possibilité de réaliser avec fruit cette conception thérapeutique [1].

» Si l'on veut bien mettre ce passage en regard de la Communication faite à l'Académie des Sciences, le 30 juin 1890, par M. le professeur Lannelongue, on pourra facilement se convaincre, en comparant les dates :

---

[1] Voir *Bulletin de l'Académie de Médecine*, t. XXII, p. 409; 1889.

» 1° Que l'idée première et complète de la craniectomie m'appartient dans son intégralité;

» 2° Que M. Lannelongue m'ayant devancé dans la pratique de l'opération, c'est à lui que revient, sans conteste, la priorité de l'exécution.

» Comme j'ai le ferme espoir que, bientôt, la craniectomie comptera parmi les bienfaisantes conquêtes de la Chirurgie, j'ai pensé que, tout en réclamant la part qui m'est due dans ce progrès thérapeutique, il m'appartenait de signaler, dans l'important travail de M. Lannelongue, l'existence d'une petite lacune historique. »

ZOOLOGIE. — *Sur le mécanisme de la respiration chez les Ampullaridés.* Note de MM. **Paul Fischer** et **E.-L. Bouvier**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Les Ampullaridés sont des Gastéropodes prosobranches, munis à la fois d'une branchie et d'un poumon. Le poumon forme une chambre distincte dans la partie dorsale de la cavité palléale, et son plancher, percé d'un orifice situé en avant et à gauche, sépare cette cavité en deux étages superposés; c'est d'ailleurs un organe adventif qui s'est interposé entre la fausse branchie, située à gauche, et la branchie proprement dite. Par suite du développement du poumon, celle-ci s'est trouvée rejetée à droite, à côté du rectum et du conduit génital; mais, comme l'un de nous l'a montré précédemment ([1]), elle correspond morphologiquement à la branchie gauche et située à gauche des autres Gastéropodes prosobranches.

» Grâce à la libéralité de M. Dautzenberg, qui nous a donné deux splendides échantillons d'*Ampullaria insularum* d'Orb. de l'Amérique du Sud, et de M. le Dr Jousseaume, qui a recueilli pour nous, en Égypte, une dizaine de spécimens de *Lanistes Bolteniana*, nous possédons actuellement, au Muséum d'Histoire naturelle, des Ampullaridés dextres et sénestres qui vivent et se développent parfaitement dans les aquariums que nous leur avons donnés.

» L'*Ampullaria insularum* est une grosse espèce dextre, munie, comme tous les Ampullaridés, de deux siphons situés sur les côtés de la tête, l'un à droite, l'autre à gauche. Mais, tandis que le siphon droit est peu déve-

([1]) *Système nerveux, morphologie générale et classification des Gastéropodes prosobranches* (*Annales des Sciences naturelles*, 7e série, t. III).

loppé, dépasse à peine le bord antérieur de la coquille et ne forme guère qu'une gouttière, le siphon gauche prend des dimensions considérables, se transforme au besoin de gouttière en tube et atteint parfois, dans l'état de complète extension, une longueur presque deux fois aussi grande que celle de la coquille.

» C'est sur une espèce identique qu'ont porté les seules observations sérieuses que nous possédions sur le mécanisme respiratoire chez les Ampullaridés. Guilding (1), Cazenavette (2) et, après eux, Bavay (3) ont montré que l'animal, étant situé dans l'eau, allonge son siphon, fait affleurer l'orifice à la surface et, rentrant et ressortant alternativement sa tête, produit dans le poumon des mouvements d'aspiration et d'expiration qui ont pour résultat de renouveler l'air du poumon. Ces observations sont d'une justesse absolue, et nous avons observé que, durant les périodes, parfois très longues, pendant lesquelles l'animal éprouve le besoin de respirer l'air en nature, il amène son siphon à la surface de demi-heure en demi-heure et effectue à chaque fois de dix à quinze mouvements respiratoires à peu près isochrones et durant chacun environ de six à huit secondes. Cette respiration pulmonaire ressemble, par conséquent, d'une manière étonnante, à celle des Cétacés.

» En même temps que la respiration pulmonaire, s'effectue aussi la respiration branchiale si l'animal est immergé dans l'eau. Bavay a fait justement observer que l'eau pénètre dans la cavité branchiale par la fente palléale située à gauche de la tête et que le siphon ne joue aucun rôle dans l'introduction de l'air. On peut toutefois préciser davantage ce phénomène d'inspiration aquatique, en l'étudiant au moyen de fins granules carminés en suspension dans l'eau. Comme le siphon divise la fente palléale gauche en deux moitiés un peu inégales, on voit les granules pénétrer dans la chambre par la moitié droite de la fente, celle qui est comprise entre la tête et la base du siphon; ils se dirigent rapidement d'avant en arrière et de droite à gauche, et, si l'on en juge par leur vitesse, l'eau ne doit pas mettre plus de six à huit secondes pour parcourir son trajet entier dans la chambre branchiale, depuis l'entrée qui est située à gauche, jusqu'au lieu de sortie qui est formé à droite par l'extrémité du siphon droit. Les granules tou-

---

(1) *Zoological Journal*, IIIe vol.

(2) *Actes de la Société linnéenne de Bordeaux*, t. XVIII.

(3) *La respiration des Ampullaires* (*Revue des Sciences naturelles*, t. II, n° 1).

tefois restent souvent une minute et davantage avant de sortir, arrêtés qu'ils sont dans leur route par les parois muqueuses de la chambre.

» D'ailleurs, il est des périodes où l'animal doit avoir une respiration exclusivement branchiale ou à peu près, car il reste parfois des heures entières au fond de l'eau sans se rapprocher de la surface.

» Quand l'animal est à terre, le poumon joue alors un rôle essentiel et exclusif, ou peu s'en faut, dans la respiration. Le siphon gauche ne sert plus alors à l'entrée de l'air et, d'après Bavay, l'animal respire à plein poumon par l'orifice antérieur du plancher de l'organe. En réalité, les faits sont un peu plus compliqués, comme on peut s'en convaincre en étudiant l'animal au travers de la plaque de verre sur laquelle on l'a posé ; on voit l'orifice pulmonaire s'ouvrir et se fermer alternativement, sans grande régularité d'ailleurs, et ces mouvements correspondent à des mouvements alternatifs de haut en bas et de bas en haut du plancher pulmonaire. Il se produit ainsi des mouvements irréguliers d'aspiration et d'expiration qui sont, du reste, puissamment aidés par les mouvements généraux du corps.

» Tout autre est le mécanisme de la respiration dans l'Ampullaridé sénestre de l'espèce *Lanistes Bolteniana*. Assez différent de l'espèce précédente, par suite du faible développement du siphon gauche, il respire à la fois l'air et l'eau par le siphon et n'exécute jamais, au moment où se produit le renouvellement de l'air dans le poumon, ces mouvements de la tête qui rendent si caractéristique la respiration aérienne des *Ampullaria*. L'animal vient à la surface, étale son siphon dans l'air sous la forme d'une large gouttière et, par celle-ci, renouvelle l'air du poumon. L'animal est dans une position telle, en effet, que l'orifice pulmonaire doit être émergé comme le siphon, si bien que le *Lanistes*, à ce moment, se trouve à peu près exactement comme l'*Ampullaria insularum* quand elle est à terre, et il respire l'air en nature comme le fait alors cette dernière.

» Les *Lanistes* nous ont paru beaucoup moins aériens que les Ampullaires ; ils viennent bien plus rarement à la surface et, le renouvellement de l'air une fois opéré, ils restent parfois longtemps sans recommencer.

» Dès que le siphon gauche a été ramené dans l'eau, il reprend son rôle dans la respiration aquatique et, formant une gouttière un peu moins large, sert à l'entrée de l'eau dans la chambre branchiale. En étudiant ce phénomène au moyen du carmin, on voit qu'il s'effectue exactement de la même manière que dans les Ampullaires dextres, que la durée de la circu-

lation de l'eau est à peu près égale et que l'eau est rejetée par l'extrémité du siphon droit.

» En résumé, l'adaptation à la vie aérienne est beaucoup moins avancée chez les *Lanistes* que chez les Ampullaires, et c'est par ce procédé qu'on doit expliquer l'allongement du siphon dans ces dernières et la différenciation physiologique qui s'est produite entre le siphon et la fente palléale gauche. »

ZOOLOGIE. — *Sur la réfection du test chez l'Anodonte*. Note de M. **Moynier de Villepoix**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Au cours de recherches sur la formation et l'accroissement du test chez les Mollusques, j'ai été amené à instituer, en décembre et janvier derniers, quelques expériences dont voici les résultats sommaires.

» Mes expériences ont porté sur l'Anodonte (*A. ponderosa*). Elles ont consisté dans l'ablation, sur les bords et sur les flancs de la coquille, de fragments assez volumineux du test pour pouvoir observer les modifications qui surviendraient par la suite. Les parties du manteau mises à nu, avec toutes les précautions nécessaires pour éviter de blesser cet organe, ont été immédiatement recouvertes par une plaque de liège enchâssée dans l'ouverture et lutée à la celloïdine, ou bien par un simple morceau de peau, glissé sous la coquille en contact immédiat avec le manteau et assujetti de même. Sur quelques sujets, j'ai laissé à nu la marge du manteau, après ablation du bord d'une des valves de la coquille, imitant ainsi une condition qui se présente fréquemment dans les cours d'eau où vivent les Anodontes, à la suite d'attaques des Rats d'eau ou des Loutres.

» Les animaux ainsi préparés ont été répartis dans les milieux suivants : 1° dans un bassin en communication avec la rivière où ils avaient été pêchés; 2° dans l'eau de cette rivière conservée dans une annexe de mon laboratoire et renouvelée tous les deux jours; 3° dans de l'eau entièrement privée de chaux [1]. Dans ce cas, les animaux ont été nourris de Diatomées conservées dans de l'eau privée également de chaux.

---

[1] J'ai fait cette eau de toutes pièces, ayant reconnu que les précipitations chimiques ne permettent pas d'éliminer pratiquement la totalité de la chaux de l'eau naturelle. La composition chimique du liquide dans lequel je plongeai mes animaux répondait, la chaux en moins, à celle du cours d'eau habité par eux.

» J'ai procédé à l'examen des animaux en expérience dans les premiers jours de juin, c'est-à-dire après quatre mois de séjour dans différents milieux. J'ai pu constater que, chez tous les exemplaires examinés, l'animal a reformé les parties enlevées. Cette réfection, incomplète encore, vu la saison froide et le peu de temps écoulé, ne laisse pas de présenter quelque intérêt et offre même certains avantages pour l'étude.

» *Réfection du bord de la coquille.* — L'épiderme ou drap marin, qui forme chez l'Anodonte de nombreux replis au bord de la coquille, avait été détruit à ce niveau avant l'ablation de la partie calcaire. J'ai constaté, chez tous les individus ainsi mutilés, la réfection d'une nouvelle couche de drap marin, munie de ses replis caractéristiques et se rattachant un peu en arrière du bord brisé. Chez les animaux conservés dans leur milieu normal, le nouveau drap marin présente tous ses caractères habituels. Dès son origine, dans le repli du lobe palléal, il est recouvert sur sa face externe (par rapport à l'animal) de cristaux groupés en houppes ou en sabliers, quelquefois isolés et en forme de navette ou de prismes mal définis. Ces cristaux sont formés d'une substance calcaire non carbonatée, se dissolvant sans effervescence dans les acides et laissant une enveloppe qui conserve la forme du cristal et prend, sous l'action du réactif de Millon, la coloration rouge caractéristique des matières albuminoïdes. Ces cristaux paraissent un produit de sécrétion des cellules épithéliales allongées en regard desquelles ils se trouvent; ils semblent devoir jouer le rôle de matières de réserve. Je ne les ai jamais observés encore pendant l'hiver.

» Après s'être replié un certain nombre de fois sur lui-même, le drap marin s'infléchit sur le manteau, et sur la même face, devenue interne par suite de cette inflexion, apparaissent les différents états des prismes calcaires qui constituent la couche la plus interne de la coquille et la seule qu'on trouve au bord des valves. Une coupe, après décalcification d'une coquille réparée, montre très nettement la nouvelle couche de drap marin et de prismes, reliée par sa base seulement à la face interne de la couche de prismes de l'ancienne coquille, à la hauteur du début de la couche de nacre.

» Quant à la nouvelle formation de cette dernière couche, elle se montre comme une très mince membrane, courant parallèlement à celles de la nacre primitive.

» J'ai constaté à diverses reprises que l'animal, obligé de reporter en arrière la marge de son manteau pour souder à la coquille la nouvelle couche de drap marin, rétracte également et symétriquement les deux feuillets du manteau, à droite comme à gauche, de sorte que, bien qu'aucune blessure

n'ait été faite à la valve opposée, il ne s'en reconstitue pas moins sur cette dernière une nouvelle couche de drap marin et de prismes. La formation se fait plus régulièrement, étant donné le support solide sur lequel elle se produit.

» Chez les animaux conservés dans l'eau dépourvue de chaux, le drap marin seul se reproduit. On rencontre bien à sa surface quelques cristaux offrant les caractères des jeunes états des prismes, mais ils sont beaucoup moins réguliers et peu nombreux. Sur une coupe d'une coquille ainsi reformée, sous un morceau de peau qui recouvrait le manteau, on ne trouve aucune trace de prismes, mais seulement une membrane molle de drap marin.

» La présence des quelques cristaux calcaires signalés plus haut s'explique aisément; la coquille de l'animal, après quatre mois de séjour dans l'eau privée de chaux, est en effet devenue complètement transparente et assez molle, bien que calcaire encore, pour plier sous le doigt comme une membrane élastique.

» *Réfection de la couche de nacre.* — Dans tous les exemplaires examinés, il y a eu sécrétion d'une couche de matière destinée à fermer la blessure pratiquée à la coquille. Cette couche est constituée de plusieurs membranes organisées, superposées, qui prennent naissance à quelques millimètres du bord de la blessure, sur toute sa périphérie.

» Elle est plus ou moins cassante, et n'adhère ni au liège ni au manteau. A sa surface et entre les membranes qui la constituent, le calcaire revêt des formes très diverses, suivant les cas. J'ai rencontré des rhomboèdres très réguliers d'un sel de chaux à acide organique probablement, se dissolvant sans effervescence dans les acides, en abandonnant une membrane organique; des cristaux radiés, sortes de sphérolithes tout à fait analogues à ceux qui constituent les jeunes états des prismes à la marge de la coquille, et donnant comme ceux-ci une croix noire dans la lumière polarisée. Enfin, dans les parties les plus épaisses, vers la périphérie, on trouve de véritables plages cristallines de carbonate de chaux, dont les axes sont orientés dans des directions différentes, ainsi que le montre la rotation du nicol, qui produit des extinctions successives de ces plages.

» Chez les animaux conservés dans l'eau privée de chaux, on n'observe que la formation de membranes molles, sans cristaux d'aucune sorte.

» Je signalerai, en terminant, la profonde modification apportée dans la structure de l'épithélium palléal par la nécessité d'une active sécrétion. Il diffère complètement de ce qu'il est à l'état normal. Les cellules sont très

allongées, pourvues d'un gros noyau ovale, avec un ou deux nucléoles très réfringents. Le protoplasma de la partie externe de la cellule est fortement granuleux et se colore au vert de méthyle (réaction de MM. Balbiani et Houssay); il est, en un mot, identique, comme forme et réactions, aux épithéliums glandulaires du repli du lobe palléal (sécrétion du drap marin) et de la région dorsale (sécrétion du ligament).

» Ces divers résultats me paraissent bien démontrer que la coquille des Naïades est un *produit de sécrétion* du manteau; que le premier état du test est toujours une formation de nature purement organique; enfin que le calcaire destiné à consolider la coquille est emprunté au milieu ambiant. »

PHYSIOLOGIE COMPARÉE. — *Sur la sécrétion de la soie chez le* Bombyx mori. Note de M. **Raphael Dubois**, présentée par M. Chauveau.

« Les auteurs qui se sont occupés de la sécrétion de la soie désignent sous le nom de *fibroïne* la partie centrale du fil de cocon et aussi la substance visqueuse contenue dans le centre de la glande à soie. La fibroïne de la glande diffère notablement de celle du fil par diverses propriétés et en particulier par sa complète solubilité dans une solution de carbonate de potasse à 15 pour 100.

» On a pensé que la fibroïne de la glande subissait, à la sortie de celle-ci, une coagulation comparable à celle du blanc d'œuf par la chaleur ou par l'alcool, ou bien que le fil prenait sa consistance définitive soit par dessiccation, soit par oxydation.

» On ne saurait admettre que le durcissement du fil se fait par dessiccation seulement, d'abord parce qu'il ne possède plus la propriété de se dissoudre ou de se gonfler soit dans l'eau, soit dans la solution de carbonate de potasse à 15 pour 100, et, en second lieu, parce que nous avons pu faire filer des vers dans un milieu absolument saturé d'humidité, sans que le fil conservât sa viscosité première.

» On ne pourrait non plus invoquer une oxydation, car on sait que ce n'est pas le grès, dont la substance est plus oxygénée que celle du filament central, qui donne au fil sa résistance.

» Il reste donc l'hypothèse de la coagulation. Je n'ai trouvé, dans les divers auteurs que j'ai consultés, aucun renseignement sur la façon dont ce phénomène peut se produire. On sait seulement que la coagula-

tion peut s'opérer dans la glande elle-même, ce qui déjà exclut toute idée d'une sécrétion déposée sur le fil au moment de sa sortie. Nos recherches établissent, d'autre part, que cette coagulation n'est pas comparable à celle du blanc d'œuf soit par l'alcool, soit par la chaleur. Elle se produit par le même mécanisme que la coagulation du sang ou du suc musculaire, et les conditions qui favorisent ou entravent celle-ci agissent dans le même sens pour le contenu des glandes à soie.

» On peut obtenir facilement une sorte de sérum ou de plasma *séricigène* artificiel, en faisant macérer des glandes à soie pendant deux ou trois jours, dans un endroit frais, avec de l'eau distillée ou de l'eau salée à 4 pour 100, ou mieux encore avec une solution de carbonate de potasse à 15 pour 100. Ce sérum filtré donne, par le battage ou l'agitation dans un tube, et même spontanément, un caillot sans addition d'aucun réactif. Ce caillot, encore humide, présente la ductilité et l'élasticité de la soie au moment de sa sortie de la filière, mais il ne tarde pas à perdre la propriété de s'étirer en fils. Il entraîne et fixe une partie de la matière colorante jaune en dissolution dans le plasma artificiel obtenu avec les glandes à soie jaune, et résiste aux réactifs qui dissolvent le contenu de la glande avant sa coagulation.

» Comme dans la coagulation du sang, l'oxygène favorise la formation du caillot, sans que son contact immédiat soit cependant nécessaire pour la production de celui-ci. Si l'on introduit le plasma *séricigène* dans un tube dont on chassera ensuite tout l'oxygène par le vide et par un courant d'acide carbonique ou d'hydrogène, on obtiendra un caillot élastique par l'agitation du tube. Mais si, après avoir prolongé l'agitation assez longtemps pour que le caillot n'augmente plus de volume et que la coagulation paraisse complète, on filtre rapidement le liquide au sein duquel nage le caillot, et que l'on agite alors le liquide filtré au contact de l'air, un nouveau caillot prend naissance. L'oxygène est intervenu dans cette expérience pour former, soit une nouvelle proportion de matière coagulable (fibroïnogène), soit une nouvelle quantité de substance coagulante.

» Nous admettrons l'existence de ces deux substances en raison de la grande analogie existant entre le plasma artificiel, obtenu comme il a été dit plus haut, et le plasma sanguin, et aussi pour d'autres raisons que nous ferons connaître ultérieurement [1]. »

---

[1] Laboratoire de Physiologie générale et comparée de l'Université de Lyon.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *La gangrène de la tige de la Pomme de terre, maladie bacillaire.* Note de MM. **Prillieux** et **G. Delacroix**, présentée par M. Duchartre.

« Une maladie inconnue des cultivateurs s'est développée cette année sur les pommes de terre dans des points fort divers de la France. Nous l'avons étudiée sur des échantillons qui nous ont été envoyés au laboratoire de Pathologie végétale, non seulement de l'École de Grignon, de Gonesse et de plusieurs autres points des environs de Paris, mais encore de localités fort éloignées, telles que Fère-Champenoise (Marne), Saint-Martin-de-Connée (Mayenne), Chavaignac (Haute-Loire) et Avoise (Haute-Saône).

» Tous les pieds malades présentaient un aspect et une altération identiques. La tige était profondément altérée à sa partie inférieure, soit sur tout le pourtour, soit sur une partie seulement; le mal s'étendait, dans le sens longitudinal, du niveau du sol vers les feuilles. Dans les parties attaquées, les cellules étaient mortes, déprimées, vidées, et leurs parois fortement colorées en brun. Le diamètre de la partie altérée était devenu plus mince que celui de la portion encore turgescente et verte; quand l'altération n'atteignait qu'un côté de la tige, la partie morte et déprimée formait un sillon plus ou moins large et profond. Les plantes atteintes ne tardaient pas à mourir.

» L'examen microscopique de ces tiges altérées ne nous a montré ni trace de passage d'insecte, ni mycélium de Champignon parasite; mais une particularité nous a frappés dès nos premières observations, c'est la présence d'une très grande quantité de bacilles tourbillonnant dans les cellules brunies. En poursuivant nos recherches sur les divers échantillons de Pomme de terre offrant les mêmes caractères extérieurs de maladie, nous avons constamment retrouvé de même de nombreux amas de bacilles dans l'intérieur des cellules des tissus altérés.

» Peu de temps auparavant, nous avions reçu de Libourne (Gironde) des pieds de *Pelargonium* offrant, sur la partie inférieure de leur tige, des taches noires pénétrant dans la profondeur des tissus et formant des sortes de chancres mous. Cette maladie fort répandue faisait dans les jardins de grands ravages. L'examen des tissus altérés de ces *Pelargonium* nous avait

déjà montré des bacilles semblables à ceux que nous retrouvions dans les tiges gangrenées de la Pomme de terre.

» La présence des bacilles dans des parties d'organes vivants atteints d'un mode particulier d'altération nous a paru n'être pas fortuite, et nous avons pensé qu'il était permis de regarder comme très vraisemblable que le bacille trouvé constamment dans les tissus altérés est vraiment la cause de l'altération.

» Pour contrôler cette opinion, nous avons eu recours à l'expérimentation : nous avons opéré une série d'essais d'infection de tiges saines, soit de Pommes de terre, soit de *Pelargonium*, à l'aide d'aiguilles trempées dans une préparation microscopique de tige gangrenée où nous avions constaté la présence de myriades de bacilles. Ces infections ont été faites avec toutes les précautions en usage pour ces sortes d'opérations.

» Sur un grand nombre des tiges ainsi inoculées nous vîmes, au bout de quelques jours, la petite plaie faite avec l'aiguille s'entourer d'une auréole brune de tissu gangrené, qui a gagné plus ou moins loin, selon que les conditions de culture et l'état de la plante infectée favorisaient ou non le développement de la contagion.

» Des coupes de tiges ainsi artificiellement infectées contenaient des myriades de bacilles, tant dans les cellules à parois déjà brunes que dans les cellules voisines qui contenaient encore des grains verts de chlorophylle.

» Il paraît donc légitime d'attribuer la gangrène de la tige de la Pomme de terre signalée particulièrement cette année, aussi bien que la pourriture des *Pelargonium*, à l'invasion des jeunes tiges par ces bacilles, que nous désignerons, au moins provisoirement, sous le nom de *Bacillus caulivorus*. C'est bien le même bacille qui cause l'infection du *Pelargonium* et de la Pomme de terre; des inoculations de tiges de *Pelargonium* par le Bacille de la gangrène de la Pomme de terre, et inversement, nous en ont fourni la preuve. Nous avons pu infecter de même des tiges de Fève et de Lupin : des tentatives d'infection faites sur plusieurs autres plantes ont donné des résultats négatifs.

» Le bacille que nous avons étudié a 1,5 μ de long sur $\frac{1}{2}\mu$ à $\frac{1}{3}\mu$ de large. Il parait différent de celui que M. Wakker a observé dans la Jacinthe atteinte de la maladie du jaune et qu'il a nommé *Bacillus Hyacinthi*. Il le décrit en effet comme ayant une bien plus grande taille, 2,5 μ de longueur. Est-il aussi différent de celui qui a été regardé par M. Comes comme cause de la dégénérescence gommeuse et désigné par lui comme *Bacterium*

gummis? La question nous paraît encore douteuse. Aussi n'est-ce qu'à titre provisoire que nous proposons d'attribuer au Bacille de la gangrène de la tige de la Pomme de terre le nom de *Bacillus caulivorus*. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur l'angle de polarisation des roches ignées et sur les premières déductions sélénologiques qui s'y rapportent.* Note de M. **J.-J. Landerer**, présentée par M. Janssen.

« La Note que j'ai l'honneur de communiquer aujourd'hui à l'Académie est la suite de celle sur l'angle de polarisation de la Lune, dont je l'ai entretenue dans sa séance du 26 août dernier.

» Pour les mesures dont il s'agit maintenant, on prépare une surface plane et polie de la roche et on la dispose horizontalement sur le plateau d'une tournette où elle tient à l'aide d'une pâte de cire. C'est pour les roches où les éléments macroscopiques sont assez distincts que ce dispositif est surtout nécessaire. En imprimant à la tournette un mouvement rapide et en visant un point éloigné du centre, on saisit l'effet d'ensemble des gros éléments, pourvu toutefois qu'il y en ait assez dans le champ de la petite lunette portant le nicol analyseur.

» Le résultat des mesures est donné à la fin de cette Note. Il convient de signaler que, pour une même roche, les mesures relatives à des échantillons de diverses provenances sont assez concordantes. L'exemple suivant suffira pour s'en former une idée : les basaltes du Cantal, d'Olot, d'Almeria ont donné respectivement 31°43′, 31°42′, 31°47′. La liste se termine par l'angle de polarisation de la glace, mesuré sur de la glace naturelle non fondante. C'est une donnée qui a de l'intérêt d'actualité à l'occasion d'une théorie de date récente émise par un savant illustre ([1]), d'après laquelle le sol de la Lune serait constitué par de l'eau solide.

» Il est aisé de comprendre que le degré de précision des mesures doit être d'autant plus satisfaisant que les éléments macroscopiques de la roche sont plus petits ou moins abondants dans la pâte qui les englobe, et que la proportion de lumière polarisée est plus forte, ou, ce qui revient au même, en général, que la teinte de la roche est plus foncée. C'est ainsi que l'erreur probable sur la moyenne relative au vitrophyre, au basalte, est bien moindre que celle qui a rapport aux roches de la famille du granit.

([1]) Hirn, dans son Ouvrage *La constitution de l'espace céleste*.

» Ainsi qu'on va le voir tout à l'heure, cette erreur-ci n'excède pas d'une limite assez restreinte. Or la précision dont il est question étant analogue à celle que comporte la mesure de l'angle de polarisation de la Lune, et cette donnée étant désormais acquise, il s'ensuit que l'ensemble des résultats obtenus fournit un criterium rationnel qui peut être appliqué à l'étude de la constitution pétrographique de notre satellite [1].

» Qu'il me soit permis, à ce sujet, de faire remarquer le fait que, parmi les divers types de roches terrestres, seul le vitrophyre offre un angle de polarisation dont la valeur trouve son équivalent dans celui de la substance obscure de la Lune. Le vitrophyre dont il est ici question provient de la chaîne du Rhodope. C'est une roche noire où de gros cristaux de sanidine, de magnétite, de hornblende sont englobés dans une pâte à texture fluidale, non perlitique, s'éteignant complètement entre les nicols croisés.

» Ajoutons enfin que l'apparence de cette roche convient aussi à celle des mers lunaires, bien que d'autres roches parmi les basaltes, les andésites, les diabases pourraient au même titre en donner raison, en partant, comme il est sensé de le faire, de la communauté d'origine de la Terre et de la Lune. Mais, si minime que soit la valeur probante d'une telle analogie, il est évident qu'elle s'accorde avec cette déduction dont la logique découle des données numériques fournies par l'observation, savoir : que de la similitude, ou, plus correctement, de l'identité d'angles de polarisation on est autorisé à conclure à la similitude de nature, et par suite, que la substance obscure de notre satellite est bien un vitrophyre ou une roche acide dont la composition en serait très voisine, ayant fait éruption à travers le sol primordial de l'astre.

» Dans la liste suivante, P désigne l'angle de polarisation compté de la surface, ε l'erreur probable sur la moyenne :

	P.	ε.		P.	ε.
Ophite	30°51′	±4′	Leptynite	32°14′	±5′
Amphibolite	31.0	5	Granulite	32.16	5
Syénite	31.34	3	Trachyte	32.16	4
Basalte	31.43	3	Granite	32.20	5
Basanite	31.58	3	Porphyre pyroxénique	32.22	4
Serpentine	32.10	2	Microgranulite	32.24	5

[1] Et probablement aussi de Vénus, à moins que l'angle de polarisation de la planète ne soit supérieur à 46°, ce qui n'est nullement vraisemblable.

	P.	ε.		P.	ε.
Diorite	32°40′	±3′	Kersantite	33°6′	±4′
Diabase	32.47	4	Vitrophyre	33,18	2
Andésite	32.50	4	Hyalomélane	33,39	2
Porphyre à quartz globulaire	32.52	5	Obsidienne	33,46	2
			Glace	37.20	5

La séance est levée à 4 heures trois quarts.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 21 juillet 1890.

Cours d'Analyse infinitésimale; par J. Boussinesq. Tome II : *Calcul intégral.* Paris, Gauthier-Villars et fils, 1890; 2 vol. in-8°.

Comptes rendus des séances de la première Conférence générale des Poids et Mesures, réunie à Paris en 1889. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1890; br. in-4°.

Discours prononcés aux funérailles de M. Edmond Hébert; br. in-8°.

Action curative des eaux d'Évian dans les perversions nutritives des arthritiques; par le Dr F. Chiais. Montpellier, Camille Coulet. Paris, G. Masson, 1890; br. in-4°. (Présenté par M. Verneuil et renvoyé au concours Montyon, Médecine et Chirurgie, de l'année 1891.)

Rapport lu à la séance générale (11 *juin* 1889) *du Conseil du Bureau central météorologique de France; par* M. Daubrée; br. in-4°.

Sur les climats dans les temps géologiques et sur la période glaciaire; par M. Henri Lasne; br. in-8°.

Sur la composition des phosphates des environs de Mons; par M. Henri Lasne; br. in-8°.